

Ueber Wasserhaltungsmaschinen nach Sims-Kley'schem Systeme.

In neuerer Zeit macht sich bei der Construction von Wasserhaltungsmaschinen das Bestreben geltend, ebenso wie bei den anderen Arten von Dampfmaschinen an Brennmaterial zu sparen, und zwar sowohl durch Anwendung bedeutender Expansion des Dampfes, als auch durch Erhöhung des Wirkungsgrades der Maschine. Das Erstere fordert bekanntlich grosse Schwungmassen, die man durch Anwendung der Expansion nach Woolf'schem Principe zu verkleinern suchte, wie z. B. neuestens bei einer 300 Pf.-Maschine für die Kohlenwerke in Creuzot*). Der Wirkungsgrad der Wasserhaltungsmaschinen ist in der Regel erheblich kleiner, als man bei ihren in der Regel grossen Dimensionen, im Vergleich mit gewöhnlichen doppelwirkenden Dampfmaschinen erwarten sollte, nämlich manchmal nur 60 bis 70 Procent, obwohl übrigens die Angaben darüber bedeutend schwanken. Eine Hauptursache dieses verhältnissmässig schwachen Effectes liegt nach Manchen darin, dass ein Theil der Arbeit des Dampfes beim Gestängeaufgang verwendet wird zum Heben eines gewissen Uebergewichtes, das nothwendig ist, um beim Beginn des Gestängenederganges die Ventile, besonders wenn es Doppelsitzventile sind, zu öffnen, das aber, sobald diese geöffnet sind, auf die Beschleunigung des Gestänges wirkt, die durch irgend einen eingeschalteten Widerstand, z. B. Drosselung des Dampfes durch das nur wenig geöffnete Gleichgewichtsventil aufgehoben werden muss; die durch diesen Widerstand vernichtete Arbeit, bildet dann einen erheblichen Theil des Effectverlustes. Herr Eisenbahninspector Bochkoltz hatte die sinnreiche Idee, jenen Widerstand durch ein Gewicht zu ersetzen, das während der ersten Hälfte der Niedergangsperiode mitsinkt und das Gestängengewicht vermehrt, während der zweiten Hälfte aber wieder gehoben wird, so dass die vorher durch das Sinken erzeugte Arbeit wieder abgegeben wird, somit kein Effectverlust stattfindet. Dieses Gewicht hängt am Ende eines im Drehpunkte des Contre-Balanciers senkrecht zu demselben angebrachten Armes nach unten. Ein erster Versuch wurde mit einer neu aufgestellten 300 Pf.-Maschine auf dem Engerth-Schachte bei Kladno (in Böhmen) gemacht, worüber man in dem vorhin angeführten Werke die näheren Angaben und auch eine Zeichnung findet. Der Schacht ist noch nicht zu der definitiven Tiefe geführt, auf welche die Construction basirt wurde. Welchen Erfolg die Anwendung dieses besonderen Gegengewichtes (Regenerator-Gewichtes) hatte, ist mir noch nicht bekannt.

Andere Ingenieure sind der Ansicht, dass der zur Hebung der Ventile nothwendige Ueberdruck nur unbedeutend sei, indem auch zwischen den Sitzflächen ein gewisser Druck herrsche. Doch dem sei, wie ihm wolle, das neue System von Wasserhaltungsmaschinen, wovon im Folgenden gehandelt werden soll, erlaubt einen bedeutenden

Grad von Expansion, und hat die Eigenschaft, zugleich jenen etwa nothwendigen Ueberdruck, jedoch ohne entsprechenden Arbeitsverlust, zu liefern. Es ist dies das Zweicylindersystem von Sims, modificirt vom Herrn Ingenieur Kley in Bonn*). Der Dampf wirkt in zwei Cylindern, in einem kleinen und einem grossen, die einen unter ihnen liegenden Gegenbalancier angreifen, an dessen Ende das Gestänge hängt. Beim Aufgange wirkt der Dampf nur im kleinen Cylinder nach oben, beim Niedergange nur im grossen Cylinder nach unten. Die Maschine ist also eigentlich eine doppelwirkende, wobei aber, um das Gestänge beim Niedergange nicht rückwirkend zu beanspruchen, ein Contregewicht gehoben wird, das zugleich als Schwungmasse dient, die aber hier viel kleiner als bei eincylindrischen Maschinen ausfällt, da die Expansion vertheilt ist. Meiner Ansicht nach besitzt dieses System eine Reihe von Vorzügen, die bei keinem anderen Systeme sich vereinigt vorfinden, und wird überall dort zu empfehlen sein, wo es sich um Kohlenersparniss, ruhigen Gang ohne Anwendung enormer Massen und verhältnissmässige Einfachheit handelt. Es hat übrigens schon die Probe abgelegt. Ich verdanke der Güte des Herrn Erfinders eine briefliche Mittheilung, wovon ich das Wesentliche anzuführen mir erlaube.

Im Jahre 1866 ist die erste Maschine dieser Art für Zeche Perm bei Ibbenbüren gebaut, und im Frühjahr 1867 in Gang gesetzt worden. Sie hat Cylinder von 0.784^m Durchmesser und 2.51 resp. 1.255^m Hub, einen Contre-Balancier für 20.000^k. Die Maschine hat von Anfang an zu grosser Zufriedenheit gearbeitet. Sie bewegt zwei Saugpumpen von $d = 0.333$ von je 34^m Höhe, und hat bis zu 13 Hübem pro Minute gemacht.

Im October 1869 machte die Maschine im Mittel 8½ Hübem pro Minute, arbeitete mit halber Füllung im kleinen Cylinder (also 6facher Expansion) und brauchte pro Pferd Nutzeffect an gehobenem Wasser und Stunde 5 Pfd. gewöhnlicher Steinkohle, was für eine so kleine und schwach beanspruchte Maschine ein ganz gutes Resultat ist.

Augenblicklich wird dieselbe durch eine grössere solchen Systems von $D = d = 1.44^m$, $L = 2l = 2.50^m$ ersetzt. Die Schachtpumpe erhält $d = 0.835^m$, $L = 2.50^m$, $H = 60^m$. Ausser dieser wurden vom Herrn Kley Pläne gemacht zu 4 Balanciermaschinen nach diesem Systeme, die alle noch im Laufe des Jahres 1871 in Betrieb kommen werden. Darunter ist eine von $D = d = 1.76^m$, $L = 2l = 3^m$. Die Pumpen $d = 0.48^m$, $L = 2.50^m$, H total $= 240^m$. Extra-Schwungmassen scheinen die Maschinen keine nothwendig zu haben, wenigstens gieng jene auf Zeche Perm ohne solche.

Die Fig. 1 zeigt ein Schema der vom Herrn Kley gewählten Anordnung. Der Dampf gelangt zuerst durch das Einlassventil *E* unter den Kolben des kleinen Cy-

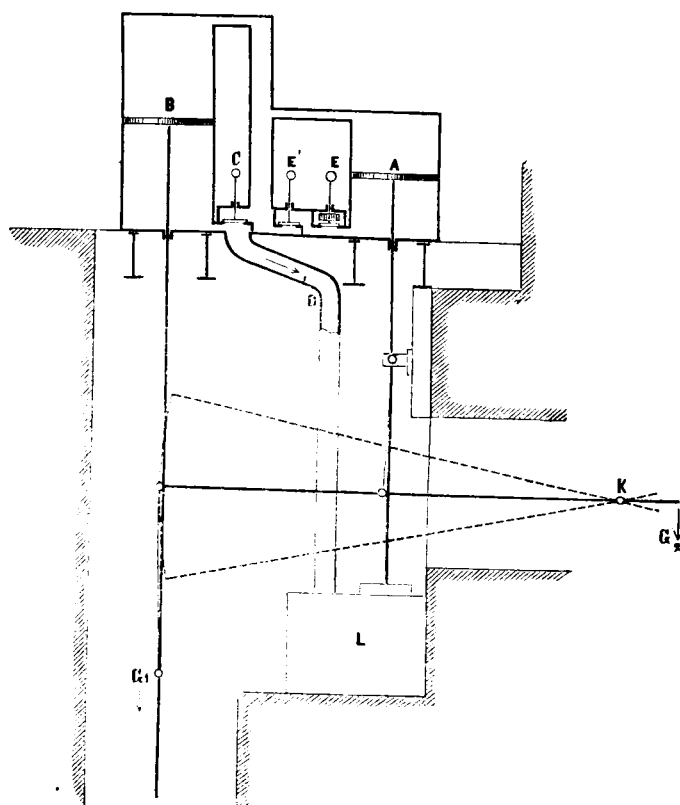
*) Die Grundidee und deren Geschichte findet sich entwickelt in dem Kley'schen Werke: „Die Woolf'sche Wasserhaltungsmaschine am Altenberge bei Aachen“, von C. Kley. Stuttgart, 1865.

*) Burat: Les houillères en 1869. Paris, Baudry.

linders *A*, und expandirt schon hier theilweise, während der obere Cylinderraum und beide Räume des grossen Cylinders durch das Rohr *D* mit Condensator und Luftpumpe *L* in Verbindung stehen. Beim Niedergange werden die Ventile *E* und *C* geschlossen, *E'* geöffnet, so dass der Dampf aus dem unteren Raume des kleinen Cylinders in die oberen Räume beider Cylinder sich verbreitend, seine Expansion vollendet. Es ist aber klar, dass der Druck auf dem grossen Kolben zu Anfang des Niederganges bedeutend grösser ist als zu Ende, und auch grösser als der Mittel-
druck, wodurch ein leichteres Heben der Druckventile, jedoch nicht auf Kosten eines Effectverlustes erreicht wird.

Gegen die gewöhnliche Sim'sche Einrichtung, wo stets je ein Raum von beiden Cylindern mit dem Conden-

Fig. 1.



sator in Verbindung steht, hat die hier beschriebene den Vortheil, dass bei ihr der obere Raum des kleinen Cylinders nur während des Gestänge-Aufganges mit dem Condensator communicirt, folglich die Abkühlung und der Druckverlust des von unten nach oben überströmenden Dampfes schwächer ist.

Ein nicht geringer Vortheil dieses Systems besteht darin, dass trotz der vertheilten Expansion und Anwendung zweier Cylinder, doch nur 3 zu steuernde Ventile, wie bei einer einfachen Maschine, nothwendig sind, während eine Woolf'sche deren 5 erfordert. Allerdings bilden 2 Cylinder gegenüber der eincylinderigen Maschine eine Complication, doch ist zu beachten, dass hier der Rauminhalt beider Cylinder ungefähr dem Inhalte des Cylinders der einfachen Maschine gleich sein muss. Hingegen sind ein bei der Pumpenarbeit höherer Wirkungsgrad und der Wegfall grosser Schwungmassen Vortheile, welche die grössere Complication reichlich aufwiegen.

Im Folgenden werde ich, um die Bezeichnungen in der Rechnung zu vereinfachen, die beiden Cylinder vertical übereinander gestellt, die Kolben an derselben Stange wirkend und von gleicher Hubhöhe, die von den Kolben

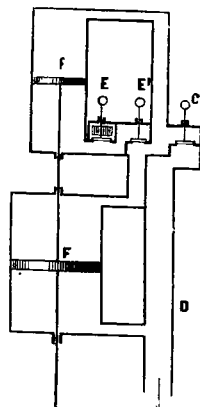


Fig. 2.

beschriebenen Rauminhalte jedoch dieselben voraussetzen, wie bei der thatsächlichen Anordnung. Fig. 2.

Offenbar wird dadurch an der Sache nichts geändert. Es bezeichne nun:

- F* die Fläche des grösseren Kolbens,
- f* „ „ „ kleineren „
- l* „ gemeinschaftliche Hubhöhe,
- p*₀ den absoluten Anfangsdruck des Dampfes in Kilog. pro □^m,
- p*₁ den mittleren Druck in den Cylinderräumen, die mit dem Condensator in Verbindung stehen,
- p'*_m den mittleren Dampfdruck hinter dem kleinen Kolben beim Gestängeaufgang,
- p''*_m den mittleren Dampfdruck auf die Flächeneinheit des grossen Kolbens beim Gestängenedergang,
- ε'* das theoretische Füllungsverhältniss des Dampfes im kleinen Cylinder,
- ε''* jenes im grossen mit Rücksicht auf die schädlichen Räume,
- $\frac{1}{\epsilon} = \frac{1}{\epsilon' \cdot \epsilon''}$ das ideale totale Expansionsverhältniss,

(1 — *δ*) ein Coëfficient, welcher ausdrückt, der wievielte Theil der Spannung des Dampfes beim Beginne des Niederganges verloren geht, durch Ausfüllung der schädlichen Räume und Abkühlung,

H die totale Höhe, auf welche das Wasser von den Pumpensätzen geschafft werden soll,

Q das entsprechende Gewicht der Wassersäule,

$m'Q$ = das mittlere zu hebende Wassergewicht beim Gestängeaufgang,

$m''Q = (1 - m')Q$ das mittlere zu hebende Wassergewicht beim Gestängenniedergang,

$\varphi'Q$ und $\varphi''Q$ die mittleren Widerstände in Pumpe und Maschine beim Auf- und Niedergang. Sie werden hier einander gleich und zwischen 10 und 15 Procent von Q angenommen,

$\alpha \cdot m''Q$ den zum Heben der Ventile beim Beginn des Niederganges nothwendigen Ueberdruck; α liege zwischen 0.10 — 0.30,

G_1 das Gewicht des Gestänges sammt Kolben, Kolbenstange etc.

G_2 das auf die Gestängeachse reducirte Gegengewicht,

u'_m und u''_m die mittleren Geschwindigkeiten des Gestänges beim Auf- und Niedergang,

U' und U'' die entsprechenden Maximal-Geschwindigkeiten.

Die vom Dampfdruck zu überwindenden Widerstände sind beim Aufgang:

$$m'Q + \varphi'Q + G_1 - G_2;$$

beim Niedergang:

$$m''Q + \varphi''Q - G_1 + G_2;$$

beim Beginn des Niederganges:

$$m''Q + \alpha \cdot m''Q + \varphi'' - G_1 + G_2.$$

Die Widerstände sind zwar nicht constant, sondern vielmehr gegen Ende des Hubes etwas grösser, werden aber, da dieser Umstand die Resultate nur untergeordnet beeinflusst, als gleichförmig genommen.

Die Gleichheit der von dem Dampfe geleisteten und von den Widerständen verbrauchten Arbeit erfordert die Gleichungen:

$$(p'_m - p_1)f = (m' + \varphi')Q + G_1 - G_2 = k'Q + G_1 - G_2 \quad 1)$$

$$(p''_m - p_1)F = (m'' + \varphi'')Q - G_1 + G_2 = k''Q - G_1 + G_2 \quad 2),$$

wenn man

$$m' + \varphi' = k'$$

$$m'' + \varphi'' = k'' \text{ setzt.}$$

Die gesammte vom Dampfe während eines Doppelhubes zu leistende Arbeit ist somit:

$$f l (p'_m - p_1) + F l (p''_m - p_1) = Q (k' + k'') l = Q (1 + \varphi' + \varphi'') l \quad \dots \quad 3).$$

Die Nutzleistung ist aber Ql , der Nutzeffect somit:

$$\frac{Ql}{Ql(1 + \varphi' + \varphi'')} = \frac{1}{1 + \varphi' + \varphi''} \quad \dots \quad 4).$$

Bei einer gewöhnlichen Maschine kommt zu der Widerstandsarbeit noch jene vom Uebergewicht $\alpha \cdot m''Q$ herrührende hinzu, so dass die Totalarbeit gleich sein wird:

$$Q(k' + k'' + \alpha m'')l,$$

und der Nutzeffect gleich wird

$$\frac{1}{1 + \varphi' + \varphi'' + \alpha m''}$$

Nimmt man z. B. $\varphi' = \varphi'' = 0.12$ an, $m'' = 0.8$, $\alpha = 0.20$, so werden die Effecte sein respective:

$$\frac{1}{1.24} \text{ oder } 80\%, \text{ und nur } \frac{1}{1.44} \text{ oder } 70\%.$$

Das schwere Oeffnen der Druckventile vermindert demnach den Effect erheblich, und unsere Maschine wird, bei richtig gewählten Verhältnissen, immer einen verhältnissmässig höheren Effect haben, als eine gewöhnliche cylindrische oder Woolf'sche Maschine.

Damit ein Oeffnen der Druckventile beim Beginn des Niederganges stattfinde, muss der Dampfdruck hinter dem grossen Kolben gleich oder grösser sein als:

$$p_1 \cdot F + Q(m'' + \alpha \cdot m'' + \varphi'') - G_1 + G_2 \quad \dots \quad 5).$$

Zu den Bedingungen in den Gleichungen 1), 2) und 5) treten noch jene hinzu, denen die Geschwindigkeitsverhältnisse, beziehungsweise die Hubzeiten der Maschine, unterworfen sind. Vermöge dessen lassen sich dann alle Hauptelemente der Maschine bestimmen.

Bevor ich auf die nähere Entwicklung jener Bedingungen eingehe, will ich eine Untersuchung über den Zusammenhang zwischen der Wirkungsweise des Dampfes und der Kolbengeschwindigkeit vorangehen lassen.

Bei Berechnung von Dampfmaschinen wird zumeist das Mariotte'sche Gesetz zu Grunde gelegt, da es für den Mitteldruck Werthe liefert, die sehr nahe am wahren Werthe liegen, und etwas darunter, besonders wenn der Dampf sehr nass ist und der Cylinder geheizt. Man hat dann für den Mitteldruck bekanntlich:

$$P_m = P_0 \cdot \left[\varepsilon + \varepsilon \log \frac{1}{\varepsilon} \right] \quad \dots \quad 6).$$

Man kann statt dessen auch die Näherungsformel

$$P_m = P_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{2}{3}(1 - \varepsilon)^2}, \text{ oder } \left\{ \begin{array}{l} = P_0 \cdot \sqrt{1 - 1.1(1 - \varepsilon)^2} \end{array} \right\} \quad \dots \quad 7)$$

anwenden, die oft bequemer sein dürfte, jedoch allerdings nur zwischen gewissen Grenzen zu gebrauchen wäre. Zur Vergleichung diene die folgende Tabelle:

Werthe von P_m für

$\varepsilon =$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{P_m}{P_0} = \varepsilon + \varepsilon \log \frac{1}{\varepsilon} =$	0.966	0.937	0.846	0.700	0.597	0.522	0.465	0.385
$= \sqrt{1 - \frac{2}{3}(1 - \varepsilon)^2} =$	0.964	0.935	0.848	0.707	0.606	0.529	0.468	0.385
$= \sqrt{1 - 1.1(1 - \varepsilon)^2} =$	0.965	0.937	0.852	0.715	0.617	0.544	0.486	0.397

Zwischen den Grenzen von $\varepsilon = 1$ bis $\frac{1}{8}$ sind die Abweichungen der 2. Reihe von der ersten geringer, als zwischen dieser und den wahren Werthen. Berücksichtigt man ferner, dass das Mariotte'sche Gesetz bei höheren Expansionsgraden in der Regel zu kleine Mitteldrücke liefert, so wäre vielleicht die 3. Reihe als die mehr genäherte vorzuziehen. Bei einem kleineren Füllungscoefficienten als $\frac{1}{8}$

könnte man denselben in 2 Factoren zerlegen, und die Arbeit dem entsprechend, als aus zwei Theilen zusammengesetzt, berechnen. Der eine von diesen Theilen entspricht der Arbeit, wie sie vom Dampfe im grossen Cylinder unserer Maschine verrichtet wird. Der Mitteldruck wird dann nicht mehr nach der Formel 6) oder 7) berechnet. Es sei Fig. 3 ein Expansionsdiagramm, P_m der Mitteldruck, der dem vollständigen Diagramm entspricht, so dass:

Fläche $ABCD = GHDF$ ist,

und will man nun den Mitteldruck bestimmen, der dem Diagrammtheile $BCDE$ oder dem Spannungsdiagramme des grossen Cylinders entspricht, so hat man:

$$P'_m \cdot (1 - \epsilon) + P_0 \cdot \epsilon = P_m \cdot 1,$$

$$P'_m = \frac{P_m - \epsilon \cdot P_0}{1 - \epsilon}.$$

Wenn man weiter den Ausdruck für den Mitteldruck P_m des vollständigen Diagrammes schreibt:

$$P_m = P_0 \cdot E \quad \dots \dots \dots 8),$$

wo E eine nur von ϵ abhängige Grösse ist, so hat man für den Mitteldruck P'_m bei der Expansionsarbeit nach der zweiten Art:

$$P'_m = P_0 \cdot \frac{(E - \epsilon)}{(1 - \epsilon)} \quad \dots \dots \dots 9).$$

Da die vom Dampfe geleistete und vom Widerstande vernichtete Arbeit während eines Kolbenhubes gleich sind, so muss der Kolben, von der Ruhe ausgehend, nach zurückgelegtem Hube wieder zur Ruhe gelangen. Die Geschwindigkeit wächst, erreicht ein Maximum und fällt wieder auf Null zurück. Bezeichnet m die bewegte Masse, s den Weg, P den effectiven Druck in irgend einem Augenblicke auf den Kolben, so ist:

$$\frac{du}{dt} = \frac{P - P_m}{m},$$

wo P_m gleich dem Widerstande sein muss, wofür man schreiben kann:

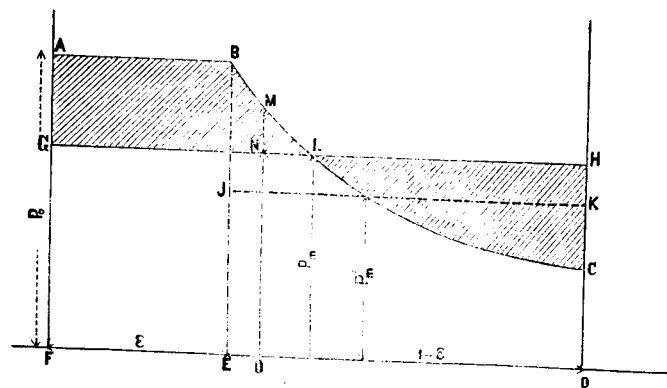
$$u^2 = \int_0^s \frac{ds \cdot (P - P_m)}{m} = \frac{l}{m} \int_0^s d\frac{s}{l} \cdot (P - P_m) \quad \dots 10),$$

ferner ist

$$dt = \frac{m \cdot du}{(P - P_m)} = \frac{ds}{u} \quad \dots \dots \dots 11).$$

Durch Integration dieser Gleichungen kann man in jedem Augenblicke die Geschwindigkeit und Hubzeit kennen lernen. Geht man vom Mariotte'schen Spannungsgesetze aus, so lässt sich Gleichung 10) leicht integrieren, und die rechte Seite derselben drückt bekanntlich aus, dass man zu diesem Behufe die Fläche des schraffirten Theiles vom Diagramm, Fig. 3, bestimmen müsse, sowie, dass das Maximum von u an die Stelle L eintrete, wo $P - P_m = 0$ ist. Dagegen bietet die Integration von Gleichung 11) erhebliche Schwierigkeiten. Da es sich bei unserer Untersuchung schliesslich doch nur um hinreichend genäherte Resultate handelt, so habe ich versucht, in der Gleichung 11) statt der Differentiale endliche, jedoch kleine Differenzen einzuführen und diese dann zu summieren, wobei ich zugleich die graphische Methode zu

Fig. 3.



Hilfe nahm, bei Zugrundelegung von möglichst genau gezeichneten Diagrammen und des Mariotte'schen Gesetzes. Dadurch übergeht die Gleichung 11) in die Form:

$$\Delta t = \frac{m \cdot \Delta u}{(P - P_m)} = \frac{\Delta s}{u} = l \cdot \frac{\Delta \left(\frac{s}{l} \right)}{u}.$$

Bezeichnet ρ den einer gewissen Kolbenstellung entsprechenden Expansions-Coefficienten, so ist $P = P_0 \cdot \rho$, und daher die Hubzeit:

$$T = \sum_0^l \Delta t = \frac{m}{P_0} \sum_0^l \frac{\Delta u}{(\rho - E)} = l \sum_0^l \frac{\Delta \left(\frac{s}{l} \right)}{u} \quad \dots 12),$$

und die mittlere Hubgeschwindigkeit:

$$u_m = \frac{l}{T} \quad \dots \dots \dots 13).$$

Die ganze Hubzeit wurde in eine Anzahl (10) gleicher Intervalle Δs abgetheilt, und für jedes derselben nach der Gleichung 10) die Geschwindigkeit und deren Zuwachs berechnet, ferner die Grössen $P - P_m$ für die Mitte des Intervalls aus dem Diagramm abgegriffen. Es wurde hauptsächlich die zweite, einfachere Form der Gleichung 12) angewendet, wobei u ebenfalls auf die Mitte des Intervalls bezogen wurde; da dieselbe aber in der Nähe von Hubanfang und Hubende discontinuirlich wird, so wurde für jene Stellen die erste Form der Gleichung 12) gebraucht, die übrigens für die Stellen, wo u das Maximum erreicht, gleichfalls discontinuirlich und unanwendbar wird.

Aus den Gleichungen 10), 12), 13) geht hervor, dass der Ausdruck für u von der Form sein wird:

$$\sqrt{\frac{l P_0}{m}} \cdot A;$$

ferner der Ausdruck für T von der Form:

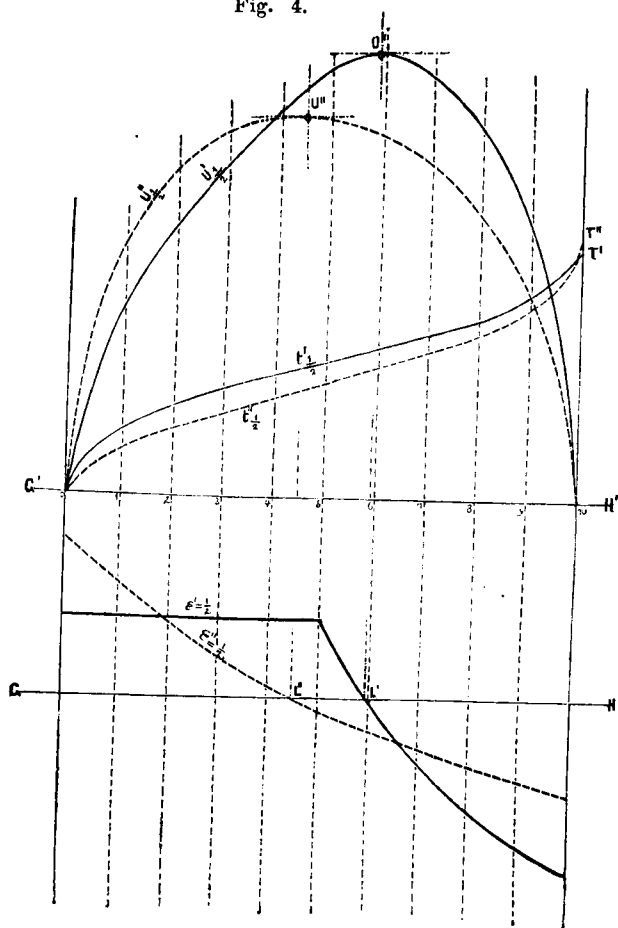
$$\frac{l}{\sqrt{\frac{l P_0}{m}}} \cdot A' = \sqrt{\frac{m l}{P_0}} \cdot A';$$

und der Ausdruck für U_m von der Form:

$$\frac{l}{\sqrt{\frac{m l}{P_0}}} \cdot A'' = \sqrt{\frac{l P_0}{m}} \cdot A'',$$

wo A , A' , A'' nur Functionen von Verhältnisszahlen ϵ und $\frac{s}{l}$ sind, deren Werthe auf die vorhin angegebene Weise bestimmt wurden.

Fig. 4.



In der Fig. 4 sind die Geschwindigkeits- und Zeitcurven für die Kolbenbewegungen dargestellt, wie sie den Spannungsdiagrammen, erster und zweiter Art, oder der Wirkungsweise des Dampfes im kleinen und grossen Cylinder unserer Maschine entsprechen, und zwar bei einem Expansionsverhältnisse gleich $\frac{1}{2}$. Die Horizontale GH in dem unteren Diagramme stellt die Mitteldrucklinie vor. Aehnliche Curven sind für eine Reihe von verschiedenen Füllungsgraden construirt worden, und die Resultate davon sind in den beiden untenstehenden Tabellen zusammengestellt:

Werthe für das Expansionsdiagramm I. Art.

Expansionsverhältniss										
	$\frac{9}{10}$	$\frac{8}{10}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$
$U' = \sqrt{\frac{lP_0}{m}} \times$	0.097	0.189	0.272	0.343	0.405	0.485	0.508	0.501	0.504	0.486
$u'_m = \sqrt{\frac{lP_0}{m}} \times$	0.049	0.098	0.143	0.186	0.225	0.277	0.293	0.297	0.295	0.289
$\frac{U'}{u'_m} =$	1.96	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.73	1.72	1.70	1.68

Werthe für das Spannungsdiagramm II. Art.

	Expansionsverhältniss			
	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$
$U''_m = \sqrt{\frac{lP_0}{m}} \times$	0.285	0.346	0.385	0.397
$u''_m = \sqrt{\frac{lP_0}{m}} \times$	0.178	0.217	0.241	0.248
$\frac{U''_m}{u''_m} =$	1.61	1.60	1.60	1.60

Man ersieht zunächst aus diesen Tabellen, dass das Verhältniss zwischen der maximalen und der mittleren Geschwindigkeit bei der Arbeit des Dampfes nach I. Art nicht constant und grösser ist als das gewöhnlich angenommene von $\frac{\pi}{2} = 1.57$, während bei der Expansionsarbeit nach II. Art dieses Verhältniss in der That dem letzteren Werthe sehr nahe kommt, und dies stimmt auch gut mit der Erfahrung überein. Denn bei Maschinen, die ohne Expansion, oder nur mit einer sehr geringen arbeiten, kann eine gewisse Hubgeschwindigkeit nur erreicht werden, wenn, wie es immer geschieht, der Dampf durch das Eintrittsventil gedrosselt und dadurch eine entsprechend merkliche Erhebung der Spannungslinie des Dampfes über die Mitteldrucklinie hervorgebracht wird, wenn man nicht ein sehr zeitiges Schliessen des Auslassventiles und erhebliche Compression des abziehenden Dampfes vor dem Kolben anwenden will. Durch die Drosselung nimmt die Dampfspannung mit dem zurückgelegten Kolbenwege immer mehr ab, und das Diagramm erhält den Charakter des Spannungsdiagrammes II. Art in Fig. 4, und deswegen stimmt das mehrfach an ausgeführten Maschinen ziemlich nahe gleich $\frac{\pi}{2}$ gefundene Verhältniss (wobei die Maximalgeschwindigkeit aus dem Indikator-Diagramme berechnet wurde) mit dem hier abgeleiteten gut überein, wie ich mich an einigen numerischen Beispielen überzeugte. Auch die combinirten Diagramme einer Wolffschen Maschine haben den Charakter des Diagrammes II. Art, wenn im kleinen Cylinder nur wenig expandirt wird, und dürfte dasselbe Verhältniss für sie passend sein.

Es muss nochmals hervorgehoben werden, dass die Resultate der letzten Tabelle mit auf der Voraussetzung eines gleichförmigen Widerstandes beruhen. Dies ist streng genommen nicht der Fall; die statischen Pumpenwiderstände nehmen gegen Ende des Hubes zu, durch vorzeitige Sperrung der entsprechenden Ventile wird vor dem Kolben eine Compression des Dampfes, und dadurch ein neuer Widerstand hervorgerufen. Andererseits wird hier aber auf keine Drosselung des Dampfes Rücksicht genommen, wie eine solche auch bei einer voll beanspruchten Maschine, die für starke Expansion eingerichtet ist, nicht am Platze wäre. Die erwähnten Umstände erhöhen die Ungleichförmigkeit der Arbeit, demzufolge auch die Maximalgeschwindigkeit, und verkürzen die Hubdauer. Hiewider befolgt der Dampf nicht genau das Mariotte'sche Gesetz, sondern seine Spannungscurve erhebt sich etwas über die Mariotte'sche, selbst wenn man auf die schädlichen Räume Rücksicht nimmt, so dass dieser Umstand die Unterschiede zwischen den Spannungen verringert, deshalb die Gleichförmigkeit der Arbeit vergrössert und auf die Verlängerung der Hubdauer hinwirkt. Ich nehme darum an, dass die gewonnenen Resultate für unsere Zwecke nahe genug mit der Wirklichkeit übereinstimmen dürften.

Die zusammengehörigen mittleren Geschwindigkeiten wurden weiter ebenfalls als Ordinaten zu den entsprechen-

den Expansionsverhältnissen als Abscissen aufgetragen, und die so erhaltenen Curven können näherungsweise durch nachstehende Gleichungen ausgedrückt werden:

$$u'_m = 0.297 [1 - 1.437 (\varepsilon - 0.2)^{\frac{3}{2}}] \sqrt{\frac{l P_0}{m}} \quad . \quad 14),$$

$$u''_m = 0.247 [1 - 1.874 (\varepsilon - 0.27)^{\frac{3}{2}}] \sqrt{\frac{l P_0}{m}} \quad . \quad 15).$$

Das Maximum des Fehlers beträgt bei u'_m zwischen $\varepsilon = \frac{1}{8}$ bis $\frac{9}{10}$ nur $1\frac{1}{2}$ Procent, zwischen $\varepsilon = \frac{1}{8}$ bis $\frac{9}{10}$ 4 Procent des empirischen Werthes; bei u''_m in den Expansionsgrenzen der Tabelle $2\frac{1}{2}$ Procent. Dieser Gleichungen wollen wir uns zur Bestimmung der Maße des Gestänges bedienen.

Kehren wir nun zu den Bedingungsgleichungen für den Gang der Maschine zurück.

Die in diesen Gleichungen vorkommenden Spannungen p'_m und p''_m hängen auch von der Grösse der schädlichen Räume mittelbar ab, die bei Wasserhaltungsmaschinen sehr bedeutend sind. Man kann annehmen, dass (Fig. 2) der Raum zwischen den Ventilen E und E' des Canals zum kleinen Cylinder, und der unter dem Kolben bei dessen tiefster Stellung etwa 15 Procent des vom kleinen Kolben beschriebenen Volumens betrage, oder, wenn man sich ihn als ein Prisma von der Länge des Kolbenhubes und der Grundfläche $\sigma' f$ denkt, so ist ungefähr:

$$\frac{\sigma' f l}{f l} = \sigma' = 0.15;$$

ferner der Raum zwischen den Ventilen E' und C in der Verbindungssäule und den Verbindungscanälen zu den oberen Cylinderräumen, wenn man denselben in einen zum kleinen Cylinder gehörigen schädlichen Raum $\sigma' f l$, und einen zweiten, $\sigma'' . F l$, zerlegt denkt, so hat dieser letztere ebenfalls ungefähr das Verhältniss:

$$\frac{\sigma'' . F l}{F l} = \sigma'' = 0.15.$$

Wir wollen bei der Bestimmung von p'_m auf den schädlichen Raum der Einfachheit wegen keine Rücksicht nehmen, da bei der verhältnissmässig geringen Expansion, die im kleinen Cylinder angewendet wird, derselbe nur vom untergeordneten Einflusse ist. Jedenfalls berechnet sich bei dieser Vernachlässigung der Mitteldruck ein wenig zu klein und die mittlere Geschwindigkeit ein wenig zu gross. Doch muss dagegen berücksichtigt werden, dass bei kleiner Expansion das Mariotte'sche Gesetz genauer eingehalten wird, dagegen die etwaige Compression und der ungleichförmige Widerstand jenes Resultat hinsichtlich der Geschwindigkeit der Wahrheit näher bringen.

Während des Niederganges hat der unter dem kleinen Kolben befindliche Dampf zunächst die schädlichen Räume σ' und σ'' auszufüllen. Hatte derselbe die Spannung p_0 , so übergeht dieselbe am Ende des aufgehenden Kolbenhubes in

$$\varepsilon' p_0;$$

in Folge der schädlichen Räume erleidet sie eine wirkungslose Spannungsabnahme und übergeht in:

$$\delta . \varepsilon' p_0, \text{ wo}$$

$$\delta = \frac{f l + \sigma' . f l}{(f l + \sigma' . f l) + \sigma' f l + \sigma'' . F l} = \frac{f(1 + \sigma')}{f(1 + 2\sigma') + F\sigma''} \quad . \quad 16),$$

also numerisch, wenn $\frac{F}{f}$ etwa = 2, ungefähr 0.72.

Während der oberen Pause erleidet der Dampf durch Abkühlung einen weiteren Spannungsverlust, den wir aber, eine vollbeanspruchte Maschine und sehr kurze Pausen voraussetzend, nicht weiter berücksichtigen wollen. Die Spannung $\delta . \varepsilon' p_0$ ist nun die Anfangsspannung für die Arbeit im grossen Cylinder. Das wirkliche Expansionsverhältniss ist hier:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\varepsilon''} &= \frac{F l + f l + 2\sigma' f l + \sigma'' F l}{f l + 2\sigma' f l + \sigma'' F l} = \\ &= \frac{\frac{F}{f} (1 + \sigma') + (1 + 2\sigma')}{\frac{F}{f} \sigma'' + (1 + 2\sigma')} \quad . \quad 17), \end{aligned}$$

und daraus, umgekehrt, das Verhältniss zwischen den von beiden Kolben beschriebenen Volumen, wenn ε'' gegeben ist:

$$\frac{F}{f} = \frac{(1 + 2\sigma')(1 - \varepsilon'')}{\varepsilon'' - \sigma''(1 - \varepsilon'')} \quad . \quad 18),$$

so ist z. B. für die oben angenommene Grösse der schädlichen Räume und

$$\begin{aligned} \frac{F}{f} &= 1\frac{1}{2}; \quad 2; \quad 3; \quad 4; \\ \varepsilon'' &= 0.469; \quad 0.444; \quad 0.368; \quad 0.322. \end{aligned}$$

Wie man sieht, äussert eine merkliche Vergrösserung des Verhältnisses $\frac{F}{f}$ nur geringen Einfluss auf den Expansionsgrad ε'' .

Mit Beziehung auf das eben Gesagte und die Gleichung 9) wird dann:

$$p''_m = \delta . \varepsilon' p_0 . \frac{(E'' - \varepsilon'')}{(1 - \varepsilon'')} \quad . \quad 19).$$

Die Gleichung 3) für die Totalarbeit übergeht in

$$\begin{aligned} f p_0 \left\{ \left[E' - \frac{p_1}{p_0} \right] + \frac{F}{f} \cdot \left[\delta . \varepsilon' \frac{(E'' - \varepsilon'')}{(1 - \varepsilon'')} - \frac{p_1}{p_0} \right] \right\} = \\ = Q(k' + k'') \quad . \quad 20). \end{aligned}$$

Das Verhältniss $\frac{F}{f}$ ist eigentlich willkürlich, doch

muss im Auge behalten werden, dass, wenn der Dampf beim Niedergange zu wenig expandirt, beim Beginn desselben der gehörige Ueberdruck zum Oeffnen der Druckventile nicht mit Sicherheit erreicht werden könnte. Die Bedingung 5) wird darüber Aufschluss geben, welche lautet:

$$\delta . \varepsilon' p_0 . F > p_1 F + Q(k'' + \alpha . m'') - G_1 + G_2.$$

Eliminirt man daraus $G_1 - G_2$ vermöge der Gleichung 2), so kommt:

$$\delta . \varepsilon' p_0 . F > p_1 F + Q . \alpha m'' + (p''_m - p_1) F, \text{ oder,}$$

wenn man für Q den Werth aus Gleichung 3) einsetzt:

$$F(\delta . \varepsilon' p_0 - p''_m) > \frac{\alpha . m''}{k' + k''} \cdot [f(p'_m - p_1) + F(p''_m - p_1)],$$

was gleichbedeutend ist mit

$$\frac{\delta . \varepsilon' (1 - E'')}{(1 - \varepsilon'') \left[\frac{f}{F} \left(E' - \frac{p_1}{p_0} \right) - \frac{p_1}{p_0} \right] + \delta . \varepsilon' (E'' - \varepsilon'')} > \frac{\alpha . m''}{(k' + k'')} \quad . \quad 21).$$

Da die Discussion dieser Ungleichheit in ihrer allgemeinen Form schwierig ist, so will ich einige numerische Fälle ausrechnen, und zwar für:

$$\frac{f}{F} = 1, \quad \frac{1}{3}, \quad \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{3}; \text{ somit, wie vorhin:}$$

$$\varepsilon'' = 0.592, \quad 0.469, \quad 0.444, \quad 0.368;$$

$$\varepsilon' = 0.5, \quad 0.8;$$

$$\frac{p_1}{p_0} = 0.4; \quad \delta = 0.7;$$

$$m'' = 1; \quad k' + k'' = \frac{5}{4}; \quad \alpha = 0.25; \quad \frac{\alpha m''}{k' + k''} = 0.20.$$

Die betreffenden Werthe der linken Seite von 21) sind in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt:

ε'	$\frac{fl}{F'l}$			
	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$
0.8	0.10	0.18	0.24	0.37
0.5	0.08	0.15	0.20	0.32

Es ergibt sich daraus, dass erst ein Verhältniss zwischen den theoretischen Volumen des grossen und des kleinen Cylinders, das grösser als 2 ist, der Bedingung des leichten Oeffnens der Wasserventile mit Sicherheit genügt. Wir wollen fortan auf kleinere Verhältnisse keine Rücksicht nehmen, ebenso wie auf grössere Verhältnisse als 3, da hiebei der Nutzen wegen vermehrter Expansion nur ein sehr geringer ist. Hiemit ist das Verhältniss $\frac{F}{f}$ zwischen nicht weiten Grenzen eingeschlossen, und nach Wahl desselben die Bestimmung der Cylinder- Dimensionen nach Gleichung 20) ermöglicht, wenn die Grösse ε' passend gewählt ist.

Dieses Füllungsverhältniss im kleinen Cylinder ist hier weit weniger willkürlich als etwa bei einer eincylindrigen Maschine, da nicht nur die Geschwindigkeit beim Aufgange, sondern auch die beim Gestängeniedergange davon abhängt, und zwischen diesen beiden Geschwindigkeiten ein gewisses passendes Verhältniss angenommen wird, je nach den bewegten Wassermassen, die ihnen entsprechen. Dieses Verhältniss ist vermöge Gleichung 13) und 14)

$$\frac{u'_m}{u''_m} = \frac{0.297 [1 - 1.437 (\varepsilon' - 0.2)^{\frac{3}{2}}] \sqrt{\frac{l p_0 \cdot f}{m'}}}{0.247 [1 - 1.874 (\varepsilon'' - 0.27)^2] \sqrt{\frac{l \cdot \delta \cdot \varepsilon' p_0 \cdot F}{m''}}} = \frac{1.2 [1 - 1.437 (\varepsilon' - 0.2)^{\frac{3}{2}}] \sqrt{\frac{m''}{m' \cdot \delta \cdot \varepsilon' \cdot F}}}{[1 - 1.874 (\varepsilon'' - 0.27)^2] \sqrt{\frac{m''}{m' \cdot \delta \cdot \varepsilon' \cdot F}}} \dots 22),$$

wobei m' und m'' die sämmtlichen Gestänge — Gegengewichts — und Wassermassen bedeuten. Sind nur Drucksätze in den Schacht eingebaut, so ist $m'' > m'$; hat man dagegen nur Hebepumpen, so ist $m' > m''$. In der folgenden Tabelle wurde ein Verhältniss:

$$\frac{m''}{m'} = \frac{6}{5} \text{ resp. } \frac{5}{6}$$

zu Grunde gelegt und $\delta = 0.7$ angenommen.

Werthe von $\frac{u'_m}{u''_m}$ für

$\frac{F}{f}$	ε''	$\varepsilon' =$							
		0.8		0.7		0.6		0.5	
		Druck- pumpe	Heb- pumpe	D	H	D	H	D	H
2	0.444	0.43	0.36	0.67	0.57	0.96	0.80	1.27	1.06
3	0.368	0.34	0.28	0.54	0.45	0.75	0.63	0.99	0.83

Gewöhnlich wird das Verhältniss der Aufgangs- und Niedergangsgeschwindigkeit bei Drucksätzen zwischen 2 und $\frac{3}{2}$ angenommen; zufolge der Tabelle wären dafür die Füllungen im kleinen Cylinder von 0.5, 0.4 und auch darunter passend. Nimmt man bei einer Saugsatzseinrichtung das umgekehrte Geschwindigkeitsverhältniss an, so wäre dann eine Füllung im kleinen Cylinder von $\frac{7}{10}$, $\frac{6}{10}$ oder etwas kleiner zu wählen. Daraus geht aber hervor, dass bei reinen Saugsätzen nur eine schwache Expansion des Dampfes angewendet werden kann, daher die Drucksätze für den Brennmaterialaufwand günstiger sein dürften, wenn man nicht die Maschine mit abnormen Geschwindigkeiten arbeiten lassen will. Dagegen scheint das Cylinderverhältniss $\frac{F}{f} = 3$ schon zu gross zu sein, um normale Geschwindigkeiten zuzulassen. Es muss demnach getrachtet werden, den totalen Expansionsgrad schon durch entsprechende Expansion im kleinen Cylinder zu erhöhen. Die angeführte Maschine zu Ibbenbüren machte bis zu 13 Hübten, gewöhnlich $8\frac{1}{2}$ Hübte von 2.51^m , und arbeitete mit halber Füllung. Nimmt man nach der Tabelle $\frac{u'_m}{u''_m}$ einfach gleich 1 an und setzt im 1. Falle keine Hubpausen, im 2. Falle Pausen von je 1 Secunde an, so stellt sich eine mittlere Geschwindigkeit:

$$u'_m = u''_m = \frac{2.2.51}{60} = 1.09^m \text{ resp.}$$

$$= \frac{2 \times 2.51}{60 - 2} = 0.99^m$$

$$\frac{8\frac{1}{2}}{8\frac{1}{2}}$$

heraus. Gieng die Maschine auch im zweiten Falle ohne Pausen, so wäre dann die Geschwindigkeit

$$= \frac{2 \times 2.51}{60} = 0.71^m.$$

$$\frac{8\frac{1}{2}}{8\frac{1}{2}}$$

Es wäre interessant, zu eruiren, ob jene Maschine wirklich den Auf- und Niedergang in nahe gleichen Zeiten vollbringe. Jedenfalls ist durch sie der Beweis hergestellt, dass solche Maschinen mit einer Geschwindigkeit gut arbeiten können, die von Manchen schon als zu hoch und gefährlich angesehen zu werden pflegt.

Es bleibt noch übrig, den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und bewegter Masse zu ermitteln. Wir wollen von der Aufgangsgeschwindigkeit u'_m ausgehen. Man hat dann in Gleichung 14) statt $P_0 - p_0 f$, statt $m - \frac{G_1 + G_2}{g}$

zu setzen und, wenn man die beim Saugen bewegte Wassermasse zu vernachlässigen sich erlaubt, folgt

$$G_1 + G_2 = (0.297)^2 [1 - 1.437 (\varepsilon' - 0.2)^{\frac{3}{2}}] \frac{l p_0 f g}{(u'_m)^2} \dots 23).$$

Eliminirt man $f p_0$ vermöge Gleichung 20), so kommt:

$$\frac{G_1 + G_2}{Q} = \frac{0.088 \cdot g l (k' + k'') [1 - 1.437 (\varepsilon' - 0.2)^{\frac{3}{2}}]}{(u'_m)^2 \cdot \left\{ E' - \frac{p_1}{p_0} + \frac{F}{f} \left[\delta \cdot \varepsilon' \cdot \frac{E'' - \varepsilon''}{1 - \varepsilon''} - \frac{p_1}{p_0} \right] \right\}} \dots 24).$$

Die Bedeutung dieser Gleichung wird am klarsten sich darstellen, wenn man, statt sie allgemein zu discutiren, einige nach ihr berechnete numerische Werthe in eine Tabelle zusammenstellt. Nimmt man im Mittel:

$$l = 2.8^m; k' + k'' = \frac{2}{3}; \frac{p_1}{p_0} = 0.05; \delta = 0.7;$$

ferner die Geschwindigkeit u'_m so an, dass das Gestänge in allen Fällen mit derselben mittleren Geschwindigkeit $u''_m = 0.7^m$ niedergeht, so folgen dann für Druckpumpen:

$$\text{Werthe für } \frac{G_1 + G_2}{Q}$$

$\frac{F}{f}$	ε''	u'_m	$\varepsilon' = 0.6$	u'_m	$\varepsilon' = 0.5$	u'_m	$\varepsilon' = 0.4$
2	0.444	0.67	1.93	0.89	1.91	0.99	2.34
3	0.368	0.53	2.96	0.69	2.89	0.78	3.48

Man sieht daraus, dass die Grösse der Schwungmassen nicht sehr bedeutend bei verschiedener Füllung schwankt, und dass dieselben ungefähr bei halber Füllung am kleinsten ausfallen; ferner, dass die durch ein grösseres Cylinderverhältniss vermehrte Expansion bedeutend grössere Schwungmassen erfordert. Aus dem Entwickelten dürfte man schliessen, dass bei solchen Maschinen ein Cylinderverhältniss ungefähr gleich 2, und ein Füllungsgrad im kleinen Cylinder zwischen 0.5 und 0.4 am besten entsprechen werden.

Es liegt nahe, unsere Maschine zu vergleichen mit einer eincylindrigen und einer Woolf'schen hinsichtlich der Grösse der Schwungmassen. Da bei diesen Maschinen die Geschwindigkeit beim Aufsteigen von der beim Niedergange unabhängig ist, so wollen wir erstere etwa gleich 1^m setzen, dabei den totalen Expansionsgrad $\varepsilon = \varepsilon' \cdot \varepsilon''$ und die verrichtete Arbeit bei allen verglichenen Maschinen gleich annehmen.

Bei der eincylindrigen Maschine ist dann vermöge Gleichung 14):

$$u'_m = 1 = 0.297 [1 - 1.437 (\varepsilon - 0.2)^{\frac{3}{2}}] \sqrt{\frac{l p_0 \cdot F \cdot g}{(G_1 + G_2)_e}},$$

wo $(G_1 + G_2)_e$ das hier zu bewegende Gewicht bedeutet, und $F l$, das theoretische Cylindervolumen, so zu nehmen ist, dass die vom Dampfe geleistete Arbeit dieselbe bleibt.

Mit Rücksicht auf Gleichung 23) folgt:

$$\frac{(G_1 + G_2)_e}{G_1 + G_2} = \frac{[1 - 1.437 (\varepsilon - 0.2)^{\frac{3}{2}}]^2 \cdot F}{[1 - 1.437 (\varepsilon - 0.2)^{\frac{3}{2}}]^2 \cdot f} \cdot (u'_m)^2 \dots 25).$$

Bei einer gleichwerthigen Woolf'schen Maschine habe der kleine Cylinder den Inhalt $f l$, der grosse $(F + f) l$, so

kann man näherungsweise setzen $(u'_m)^2 = 1 = (g'_m)^2 + (k'_m)^2$, wo g'_m und k'_m die mittleren Aufgangsgeschwindigkeiten bedeuten sollen, die eintreten würden, wenn man den Dampf nur im grossen oder nur im kleinen Cylinder arbeiten liesse. Dann ist vermöge Gleichung 14) und 15):

$$g'_m = 0.247 [1 - 1.874 (\varepsilon'' - 0.27)^2] \sqrt{\frac{l \cdot \delta \cdot \varepsilon' p_0 (F + f - f) \cdot g}{(G_1 + G_2)_w}},$$

$$k'_m = 0.297 [1 - 1.437 (\varepsilon' - 0.2)^{\frac{3}{2}}] \sqrt{\frac{l p_0 f \cdot g}{(G_1 + G_2)_w}}, \text{ daher}$$

$$\frac{(G_1 + G_2)_w}{G_1 + G_2} = \left[1 + 0.693 \cdot \delta \cdot \varepsilon' \cdot \frac{F}{f} \cdot \frac{[1 - 1.574 (\varepsilon'' - 0.27)^2]}{[1 - 1.437 (\varepsilon' - 0.2)^{\frac{3}{2}}]^2} \right] \cdot (u'_m)^2 \dots 26).$$

Man sieht sofort ein, dass sowohl die eincylindrige als die Woolf'sche Maschine unter gleichen Umständen grössere Schwungmassen erfordern, wie nachstehende Tabelle des Näheren angibt, die auf Grundlage von $\frac{F}{f} = 2$ und $\varepsilon'' = 0.444$ berechnet wurde.

ε'	ε	$\frac{F}{f}$	u'_m	$\frac{(G_1 + G_2)_e}{G_1 + G_2}$	$\frac{(G_1 + G_2)_w}{G_1 + G_2}$
0.5	0.222	2.21	0.89m	2.97	1.38
0.4	0.178	2.49	0.99m	2.55	1.42

Bei der Woolf'schen Maschine ist das Mehrerforderniss an Schwungmasse nicht sehr erheblich, dagegen bedeutend bei der eincylindrischen Maschine, obwohl andererseits erwähnt werden muss, dass hier der Vergleich nicht ganz correct ist, da der Dampf wegen der Spannungsverluste in der zweicylindrigen Maschine, die durch die grossen schädlichen Räume herbeigeführt werden, in beiden Maschinen ganz verschiedenartig wirkt. Indessen geht aus diesem Vergleiche doch der bedeutende Vortheil der vertheilten Expansion in unserer Maschine genügend hervor. Hat man das Gesamtgewicht $G_1 + G_2$ bestimmt, so gibt die Gleichung 1) an, welcher Theil davon auf das Gestänge, und welcher auf das Contregewicht zu schlagen ist.

Man hat:

$$G_1 - G_2 = (p'_m - p_1) f - k' Q,$$

oder mit Benützung von 20) zur Eliminirung von f :

$$\frac{G_1 - G_2}{Q} = \frac{(k' + k'') \left(E' - \frac{p_1}{p_0} \right)}{E' - \frac{p_1}{p_0} + \frac{F}{f} \left[\delta \cdot \varepsilon' \left(\frac{E'' - \varepsilon''}{1 - \varepsilon''} \right) - \frac{p_1}{p_0} \right]} - k' \dots 27).$$

Setzt man z. B. $k' + k'' = 1.26$; $\varepsilon = 0.5$; $\frac{F}{f} = 2$;

$$\varepsilon'' = 0.444; \delta = 0.70; \frac{p_1}{p_0} = 0.05,$$

so kommt für Druckpumpen:

$$G_1 - G_2 = 0.74 \cdot Q$$

$$G_1 + G_2 = 1.91 \cdot Q$$

$$G_1 = 1.33 \cdot Q$$

$$G_2 = 0.58 \cdot Q.$$

Das Gestängegewicht G_1 ist hier wenig grösser, als man es sonst bei nicht expandirenden Maschinen zu machen pflegt, und es muss auch ungefähr diese Grösse haben, da-

mit der Dampf beim Niedergange nicht auf das Gestänge drücke, sondern lediglich zum Heben des Contregewichtes G , verwendet werde. Dagegen fällt letzteres sehr klein aus. Herr Ingenieur Kley bemerkt auch, dass seine Maschine keine besonderen Schwungmassen zu benöthigen scheine; doch scheint mir die zu Anfang dieses Aufsatzes mitgetheilte Angabe, dass die Ibbenbürrer Maschine einen Contregewichts-Balancier für 20.000^k habe, damit einigermassen im Widerspruche zu sein, da hier $Q = \frac{\pi}{4} (0.333)^2 \cdot 68.10000 = 6000^k$ beträgt, wenn man auch berücksichtigt, dass hier Hebpumpen arbeiten, die ein leichteres Gestänge und ein schwereres Gegengewicht benöthigen.

Die Hauptformeln 20), 22), 24), 27) enthalten Alles zur Berechnung einer Sims-Kley'schen Maschine Nothwendige.

Ich glaube hiemit dargethan zu haben, dass dieses neue System von Wasserhaltungsmaschinen sich in manchen Beziehungen besser eigne, als die bisher angewandten, und dass es die Aufmerksamkeit der Ingenieure in vollem Masse verdiene. Es wäre sehr zu wünschen, dass der Herr Erfinder die damit schon gemachten und noch zu machenden Versuche recht bald zur Kenntniss der technischen Welt bringen möchte, wodurch es erst in seinem vollen Werthe erkannt werden könnte.

A. Salaba.

Continuirlicher Diffusions-Apparat zur Gewinnung von Pflanzensäften in Anwendung für Zuckerfabriken und Brennereien.

(Mit Zeichnung.)

Der breite Strom technischer Erfindungen und Verbesserungen, welcher die Industrie belebend unser Jahrhundert durchströmt — noch schäumt er an zahlreichen Klippen auf. Zumeist ist es der gewinnsuchende Industrielle, welcher dieselben zuerst gewahrt. Sein Kopfschütteln sollte daher stets dem Ingenieur eine Mahnung sein, dass hier — um mich des banalen Ausdrucks zu bedienen — noch etwas zu machen sei.

Eine derartige Klippe in der Zuckerindustrie war die Methode der Saftgewinnung. Bekanntlich geschah und geschieht diese theilweise noch heute durch das sogenannte Reib- und Pressverfahren auf rein mechanischem Wege. Es wurde die Rübe zu einem Brei zerrieben und aus diesem durch Pressen der Saft gewonnen.

Der grosse Aufwand an Bewegungskräften, noch mehr die so kostspielige Reinigung und Erhaltung der Presstücher, die viele Handarbeit, welche dieses Verfahren erheischte; der Umstand ferner, dass durch diese gewaltsame Methode Stoffe in den Saft mit übergingen, welche die Reinigung erschwerten — drängte schon seit 30 Jahren die Zuckerindustriellen, eine neue, bessere Methode zu entdecken.

Man suchte zunächst sein Heil in dem sogenannten Mocerationsverfahren, bei welchem man bestrebt war, die fein geschnittenen Rüben bei einer Temperatur von 80 Grad, auszulaugen, von der irrigen Ansicht ausgehend, dass früher der Zusammenhang der Rübenzellen zerstört werden müsse, um den Saft leicht und vollständig zu gewinnen.

Das Misslingen dieses Verfahrens lag hauptsächlich in der Anwendung so hoher Temperaturgrade, durch welche ein Aufquellen der sogenannten Intercellularsubstanz der Auslaugung so hinderlich wurde, dass man den Rest des Saftes wieder durch Pressen gewinnen musste.

Man war also bereits auf dem Wege mit Zuhilfenahme der Naturwissenschaft die Frage zu lösen, wozu die mittlerweile erfolgte Entdeckung der osmotischen Erscheinungen beim Wachsthum der Pflanzen genugsam aufforderte. Dennoch kam man mehrere Decennien hindurch zu keinem erspriesslichen Resultate und kehrte immer wieder zu dem alten Pressverfahren zurück.

Den beharrlichen Forschungen und Versuchen des Herrn Julius Robert in Seelowitz gelang es endlich die Bedingungen festzustellen, unter welchen eine vollkommene Saftgewinnung blos durch Auslaugung erreicht werden könne, wobei hauptsächlich der mittlerweile wissenschaftlich festgestellte Satz, dass die osmotischen Vorgänge in der Pflanze, das heisst der Austausch der Säfte in den Zellen durch die Zellenmembranen hindurch, am vollkommensten bei einer Temperatur von 40 Grad R. vor sich gehen — den Ausschlag gab.

Das vom Herrn Julius Robert zu diesem Zwecke angewendete Verfahren, welches derselbe mit dem allgemein angenommenen Namen „Diffusion“ bezeichnete, stellte sich als so vortheilhaft heraus, dass es vom Jahre 1865 bis 1870 bereits in 152 Fabriken eingerichtet war.

Hierbei war die mechanische Anordnung sogenannter Batterien, welche jedoch bald zu weiteren Verbesserungen aufforderte, und die Erfindung des auf der Zeichnung dargestellten Apparates zur Folge hatte, bisher folgende:

Mit den Rübenschnitten, welche in einer Dicke von $\frac{1}{2}$ Linie und der durchschnittlichen Länge von 2 Zoll durch eine einzige Schneidmaschine geschnitten wurden, füllte man 5, 6, 7 bis 8 Gefässe. Auf diese liess man durch 3 bis 4 Stunden das Wasser hydrostatisch einwirken, während man durch Zuleitung von heissem Saft den Inhalt auf 40 Grad R. erwärmte. Die Continuirlichkeit hiebei war eine fractionirte und bestand darin, dass man für jedes erschöpfte Gefäss von rückwärts, ein neu gefülltes Gefäss von vorne einschaltete, von dem der concentrirte Saft genommen wurde. Es wurden die durch einen $3\frac{1}{2}$ stündigen Diffusions-Austausch gewonnenen Säfte schichtenweise durch kaltes Wasser verdrängt, so dass am Anfange der Batterie die Säfte am concentrirtesten waren, während sie allmähig gegen das vordrängende Wasser bis zu 0 Grad abnahmen und so auch die Abnahme der Temperatur von 40 Grad R. bis zur Temperatur des kalten Wassers.

Es ist klar, dass die Aufstellung einer solchen Batterie von grossen Gefässen einen bedeutenden Raum erheischte,

dass, nachdem jedes dieser Gefässe mit den andern communicirt, eine Menge von Röhren, Ventilen und Hähnen erforderlich war, welches die Anlage kostspielig und wo es an Raum mangelt unmöglich machte.

Ueberdies erfordert die systematische Benützung der vielen Ventile Uebung und Einverständniss mehrerer Arbeiter; endlich waren die immer nachtheiligen Unterbrechungen im Falle der Verstopfung eines Rohres oder Hahnes, oder des Undichtwerdens eines Mannloches, wodurch das Ausleeren einer Batteriefüllung nothwendig wurde, Gründe genug um eine Vereinfachung des Apparates zu ersinnen.

Nach mannigfachen Versuchen, bei welchen hauptsächlich den physikalischen Eigenschaften der Rübenschnitten während der Auslaugung, den Verhältnissen von Raum, Zeit und Temperatur Rechnung getragen werden musste, gelang es Herrn Julius Robert, den auf der Zeichnung dargestellten „continuirlichen Diffusions-Apparat“ herzustellen, dessen Wichtigkeit ich durch die vorangegangenen Erläuterungen klar zu machen suchte, dessen Functionen ich im Nachstehenden darstellen will.

Um die im verticalen Schnitte mit *a* bezeichnete fixe Central-Flügel-Achse dreht sich das conische Füllrohr, in welches die Schneidmaschine die Rübenschnitten entleert. Erfahrungsgemäss soll man diesem Füllrohr den achten Theil des Totalraumes vom ganzen Gefässe geben. Durch die langsame Drehung des Füllrohres *b* (2 Touren per Minute), welche durch das Zahnrad *o* vermittelt wird, treten die schraubenförmig gestellten Schaufeln *c c* in Wirksamkeit, und drängen die einfallenden Rübenschnitten nach dem Boden des Gefässes. Dort angelangt, haben dieselben bereits grösstentheils ihren Saft abgegeben und steigen nun, seitlich mit Beihilfe des Vertheilungs-Conus *d* aus dem Füllrohr gedrängt, in den äusseren Raum des Gefässes zur Oberfläche der Flüssigkeit unter die Schaufeln *g*, welche die nun vollständig erschöpften Schnitten aus dem Apparate entfernen. Natürlicher Weise muss den aufsteigenden Schnitten zu deren vollständigen Erschöpfung eine continuirliche Gegenströmung von Wasser entgegen geleitet werden, welches durch den Wasservertheilungs-Trichter *h* geschieht. Dieses vorausgesetzt, werden die dichtesten Flüssigkeiten gegen den Boden des Gefässes zu suchen sein, weshalb der Abfluss der gewonnenen Säfte aus dem Raume unterhalb des Siebbodens *e* durch das Rohr *m* stattfinden muss. Dieses Rohr erhält eine aufwärtssteigende Richtung, um den Saft in einer Höhe austreten zu lassen, welche nahezu der Flüssigkeitshöhe innerhalb des Gefässes das Gleichgewicht hält. An dem tiefsten Punkte dieses Rohres befindet sich der Hahn *n* zur völligen Entleerung des Apparates.

Die für die Diffusion erforderliche Temperatur wird durch Zuleitung von Dünnsaft erreicht, der durch den Chiffart-schen Apparat *l* dem Gefässe durch die Siebkammer *f* entzogen in den Vorwärmapparat *k* geleitet wird und von da durch das Rohr *i* sich in das Füllrohr ergiesst. Diese Zuleitung erwärmten Dünnsaftes ist durch die interessante Wahrnehmung bedingt, dass die Wärme, getragen durch den homogenen Saft sich fast doppelt so rasch und ener-

gisch den Rübenschnitten mittheilt als es durch Dampf oder heisses Wasser der Fall ist.

Eine Höhe des Gefässes von 10 bis 12 Fuss ist mehr als hinreichend, die Stufenleiter vom concentrirten Saft, bis zum Wasser, trotz der unvermeidlichen Mischungen durchzumachen, wobei der Saft nicht mehr als 10% Verdünnungswasser haben darf. Wenn nun fortwährend Wasser einerseits- und zu erwärmende Schnitzel andererseits in das Gefäss eintreten, so kann man auch continuirlich verarbeitungsfähigen Saft durch das unten am Boden befindliche Rohr *m* abziehen, wobei zu bemerken ist, dass der untere Boden hinreichend Siebflächen besitzen muss, um durch die vielen Spalten jeder Hemmung in dem Saftabzuge vorzubeugen.

Der Wasserstand in dem Gefässe muss stets hoch genug sein, um die Schnitzel bis zur Austrittsöffnung bei *g* zu heben, zugleich auch um so viel höher als die Abflussöffnung, so dass immer ein Fuss Druck vorhanden ist, mit welchem der Saft in den Läuterkessel abgezogen wird. Die Schnitzel, welche in Folge des Druckes von unten aufsteigen, überdecken die Wasserlinie um einige Zoll.

Will man nun die Operation einstellen, so lässt man das Wasser durch den Vertheilungstrichter *h* fortlaufen bis man nur mehr Wasser in der Scheidepfanne erhält. Hierauf lässt man das vorhandene Wasser durch den Ablaufhahn *n* abziehen, die Schnitzel kann man durch ein an geeigneter Stelle angebrachtes Mannloch entfernen, oder von oben durch einen Aufzug ausleeren; denn während des Betriebes hat man gegenüber dem früheren Batterieverfahren auch den Vortheil, dass der Apparat sich selbst entleert, wodurch wieder Handarbeit erspart wird.

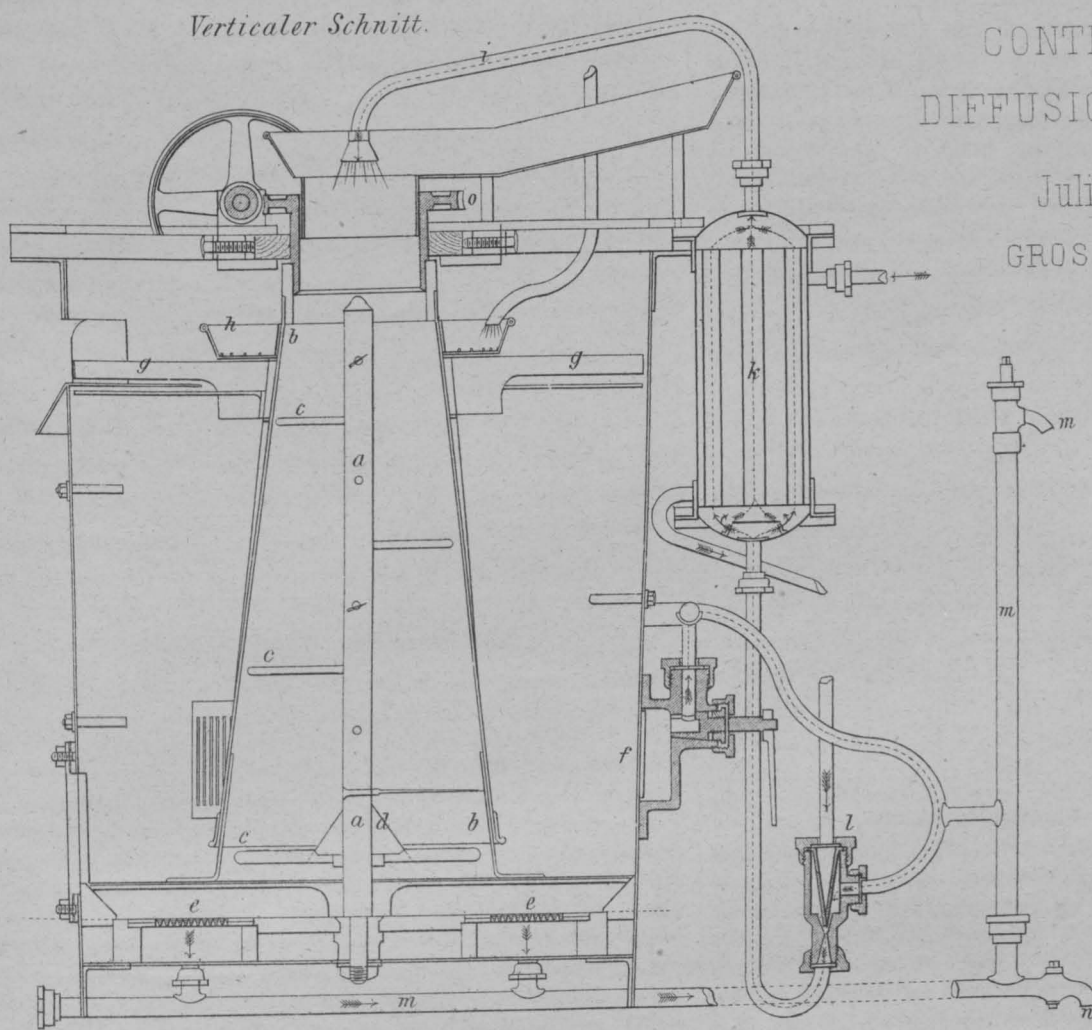
Man kann auch zur grösseren Sicherheit des Ganges sowohl das Erschöpfungswasser, als den Wärmesaft durch eine geeignete Messvorrichtung periodisch einlaufen lassen, damit das entsprechende Verhältniss zu den Schnitzeln genau eingehalten werde; was sonst erst durch einen intelligenten Arbeiter mittelst Stellung des Hahnes ausprobiert werden muss.

Dass man die Schnitzel nicht mit Dampf zu erwärmen braucht, sondern wie früher mit heissem Saft, ist besonders vortheilhaft für jene Fabriken, welche auf freiem Feuer kochen und überhaupt keinen Dampf haben.

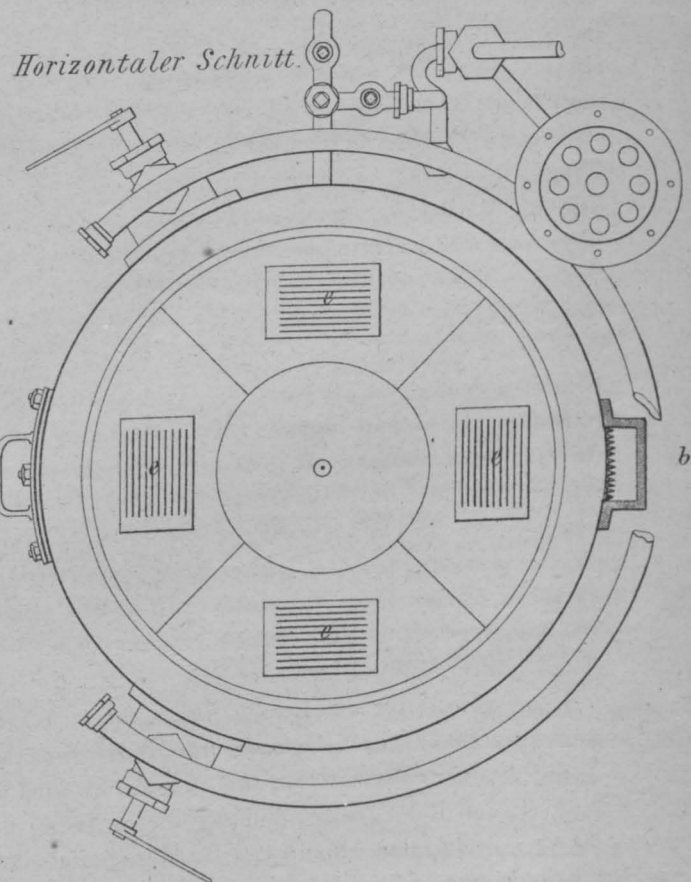
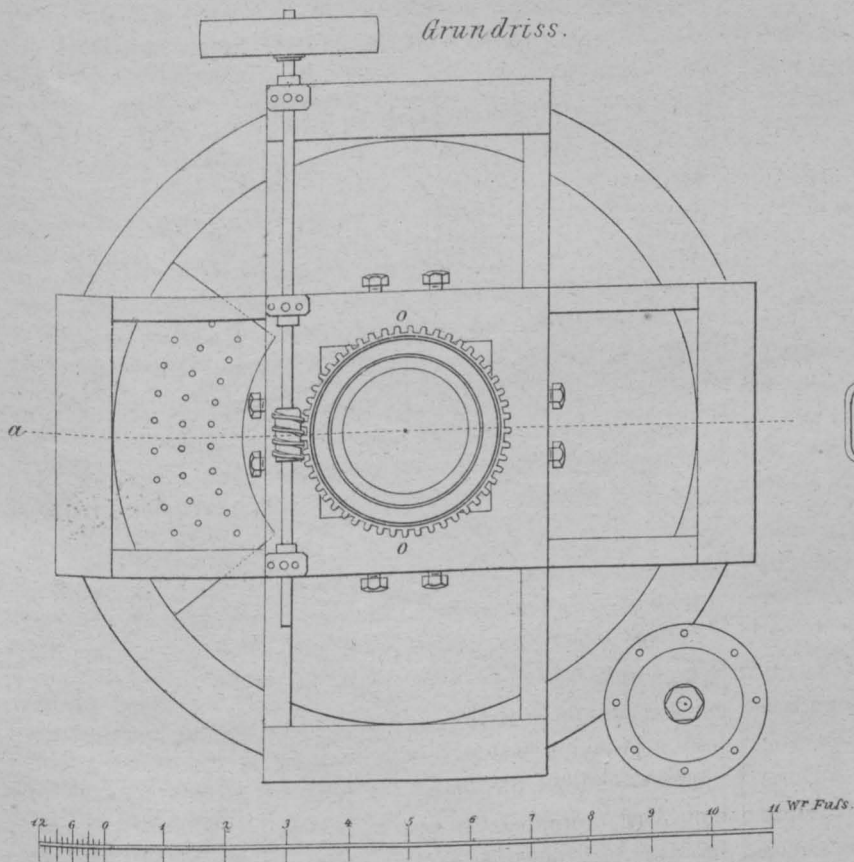
Die Betriebskosten sind kaum der Rede wert, indem für den grössten Betrieb bloss eine Controle bei dem Füllrohre *a*, in welches sich die Scheidemaschine entleert, und ein Mann bei der Scheidepfanne zu sein braucht, der sowohl den Zulauf des Erschöpfungswassers, als auch den Ablauf des Saftes nach dessen Stärke regulirt.

Eine erhebliche mechanische Kraft ist nur bei der Schneidemaschine in Anschlag zu bringen.

Auch in Brennerereien kann der Apparat sehr vortheilhaft verwendet werden, wo man dann durch den Kreistrichter continuirlich heisses Wasser oder heisse Schlempe zur Auslaugung zuführen kann, hingegen die Schnitzel in das Füllrohr ohne Beimischung von Wärmesaft, also kalt eintreten lässt, oder bei Anwendung von kaltem Aus-



- a. fixe Central-Flügel-Axe.
- b. Central-Füll-oder Speiserohr.
- c. Flügel von a.
- d. Vertheilungsconus aus Blech.
- e. Siebböden.
- f. Siebböden mit Kammern an der Seite.
- g. obere Flügelschaukeln zum Auswerfen.
- h. Wasservertheilungs-Trichter.
- i. Rohr für Zuleitung erwärmten Dünnsaftes.
- k. Röhrenapparat als Vormärmer.
- l. Chiffart'scher Apparat.
- m. Ableitungsrohr für den Dicksaft.
- n. Hahn zum Leeren des Gefäßes.
- o. Zahnrad zur Bewegung des Füllrohres.



laugwasser die frischen Schnitzel während dem Füllen mit schwacher Säure zur Auslaugung vorbereitet. Durch beide dieser Methoden gewinnt man Säfte, welche direct in den Gährbottig eingelassen werden können und keiner Abkühlung bedürfen.

Durch die continuirliche Arbeit wird Zeit und Raum so ausgenützt, dass die Leistungsfähigkeit eines solchen Apparates dem Raum nach die doppelte jener des Batterieverfahrens ist.

Man kann daher behaupten, dass, wenn nicht diese zweite Diffusionsmethode vermöge der Logik der That-sachen die spätere wäre, die Erstere sich gar nicht hätte erhalten können, so augenfällig sind die Vortheile, welche dieser continuirliche Apparat bietet — wie überhaupt in der Industrie jede continuirliche Methode den Vorzug haben muss.

Oscar Merz.

Literarische Rundschau.

Untersuchung über die durch die Sonnenwärme verursachte tägliche Bewegung eines Thurmes. Von Professor C. G. Rockwood, Bowdoin College. (Mit Abbildung.)

Die Beobachtungen, von denen hier die Rede ist, wurden bereits im Frühjahr 1866 gemacht, und zwar an einem Thurm der Sheffield Scientific School in New-Haven, Connecticut, welcher zu einem Observatorium bestimmt wurde. Derselbe ist viereckig, aus Backsteinen erbaut. Die Aussenseite ist mit Mörtel verputzt und durch Fenster und verschiedene architektonische Verzierungen unterbrochen. Der allgemeine Plan des Gebäudes schloss solides Steinmauerwerk aus, wie es wohl zur Aufstellung astronomischer Instrumente wünschenswerth gewesen wäre. Die Mauern sind übrigens ziemlich stark und durch ein festes Ziegelgewölbe verbunden, welches den Fussboden des oberen Gemaches bildet, das als eigentlicher Beobachtungsraum dient. Die Decke desselben bildet eine drehbare hölzerne Kuppel.

Die Dimensionen des Thurmes sind folgende:

Seite des Viereckes am Grunde	16'	6"
Seite am oberen Ende des Mauerwerkes	15'	—
Dicke der Mauer im ersten Stock	2'	3"
„ am Gewölbsfuss	1'	8"
„ am oberen Ende	1'	4"
Höhe bis zum obersten Punkte der Kuppel	90'	—
„ „ „ oberen Ende des Mauerwerkes	80'	—
„ „ „ Fussboden des Observatoriums	75'	—

Der Thurm ist an seiner Nordseite mit dem Hauptgebäude bis zu einer Höhe von 45' derart verbunden, dass dieselbe mit der Südseite des Gebäudes zusammenfällt, sonach der Thurm seiner ganzen Breite nach vorspringt. Mit dem Meridian bildet die eine Seite des Thurmes einen Winkel von $28^{\circ} 30'$ von N. gegen O.

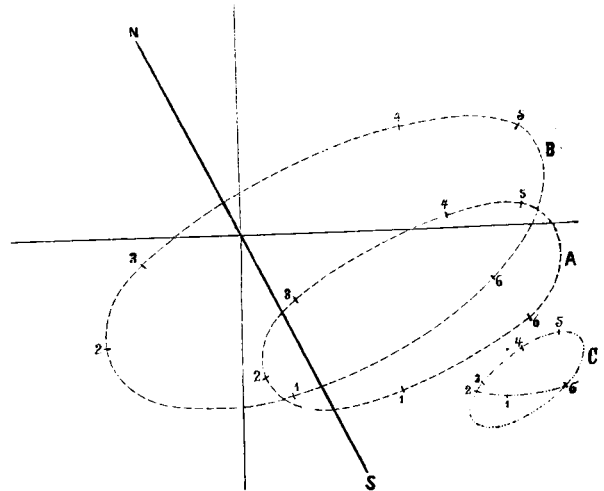
Es war zu besorgen, ob dieser Thurm, in Folge der täglichen Bewegung, welche durch den Einfluss der Sonnenwärme hervorgerufen wird, zur Aufstellung astronomischer Instrumente geeignet wäre.

Um nun diese Bewegung zu untersuchen, wurden zwei empfindliche Libellen, bei denen früher der Werth eines Theilstriches genau eruiert war, unter rechtem Winkel gegen einander, und parallel mit den Seiten des Thurmes auf einen flachen, im Fussboden des Observatoriums eingelassenen Stein angebracht und deren Anzeigen von Zeit zu Zeit notirt. Jede Neigung oder Bewegung des Thurmes musste natürlich auch die Ebene des Fussbodens ändern, und sich durch eine Bewegung der Blase an einer oder an beiden Libellen kundgeben. Die Ablesungen wurden vom 24. April bis 7. Juli, und zwar 6mal des Tages gemacht, um beiläufig 8 und $10\frac{1}{2}$ Uhr Vormittag, 1, $3\frac{1}{2}$, 6 und $10\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittag.

Von diesen Ablesungen wurden, nach Weglassung einiger unverlässlicher Angaben von allen Tagen die Mittelwerthe berechnet und dabei gefunden:

1. Libelle: Ost + : — 5.76, — 0.95, — 1.57, — 7.62, — 10.67, — 10.48 Sec.
2. Libelle: Nord + : + 5.64, + 5.03, + 2.97, — 0.37, — 0.78, + 3.36 „

Betrachtet man nun diese Zahlen als die Abscissen und Ordinaten einer ebenen Curve, bezogen auf ein rechtwinkliges Coordinatensystem in der Richtung der Libellen, wobei man 1 Sekunde durch eine beliebige Längeneinheit ausdrücken kann, so wird jene Curve, die von den Punkten der Achse des Thurmes, also auch von der Spitze desselben beschriebene krumme Linie der Form nach darstellen. Wenn man noch bedenkt, dass eine südliche Ablesung eine nördliche Nei-



gung des Thurmes voraussetzt, und umgekehrt, so wird man einsehen, dass, um die wirkliche Bewegung des Thurmes zu erhalten, bei der Zeichnung der Curve die obigen Zeichen der Coordinaten durchaus entgegengesetzt genommen werden müssen. Die hierbei erhaltene Curve ist mit A und die Bestimmungspunkte sind mit 1 bis 6 bezeichnet, wobei 1 die Morgenbeobachtung darstellt. Es ist eine unvollkommene Ellipse, deren grosse Achse ungefähr $12''$ und deren kleine Achse, welche nahezu in der Richtung des Meridians liegt, $5''$ beträgt. An der SW.- und NO.-Seite ist sie etwas abgeflacht, und es kommt dies ohne Zweifel von der Verbindung des Thurmes mit dem Hauptgebäude. Dadurch wird nämlich jede Bewegung in der Richtung dieser Verbindung entweder verhindert oder verzögert, während zu einer Bewegung in darauf senkrechter Richtung noch ein anderes Element, eine Bewegung im Azimuth, oder ein Drehen des Thurmes um eine Vertical-Linie hinzugefügt wird.

Ein richtiges Bild erhält man, wenn man die Beobachtungen, welche an Tagen mit heiterem Himmel gemacht wurden, von denen, welche an bewölkten Tagen gemacht wurden, trennt. Man findet sodann:

Mittelwerthe der Ablesungen an heiteren Tagen:

1. Libelle: Ost + : — 2.72, + 4.79, + 3.52, — 5.96, — 10.17, — 9.33 Sec.
2. Libelle: Nord + : + 5.52, + 4.48, + 1.08, — 3.55, — 3.86, + 1.61 „

Mittelwerthe der Ablesungen an trüben Tagen:

1. Lib.: Ost + : — 9.94, + 8.60, + 8.65, + 10.15, + 11.43, + 11.98 Sec.
2. Lib.: Nord + : + 5.82, — 5.76, — 5.59, — 4.49, — 3.91, — 5.65 „

Die Construction ergibt hieraus für die heiteren Tage die Curve B, für bewölkte Tage die Curve C. Beide Curven haben dieselbe allgemeine Form, aber verschiedene Grösse und Stellung. Für heitere Tage ist die grosse Achse ungefähr $17''$, während dieselbe an trüben Tagen nicht mehr als $5''$ beträgt. Die Curve B zeigt dieselbe Verkürzung der Ordinaten wie die Curve A, während die Curve für die trüben Tage auf der SW.-Seite ganz abgeschnitten erscheint. Es kommt dies daher, dass an solchen Tagen die Sonnenwärme erst später, nach der ersten Beobachtung, ihre Wirkung geäussert hat. Ferner liegt die letztere Curve mehr nach Süden und Osten, als die anderen. Es erklärt sich dies durch die Verbindung des Thurmes mit dem festen Gebäude, wodurch die SW.-Seite des Thurmes, welche ohnehin am meisten von der Sonne erwärmt wird, eine doppelte freie Höhe im Vergleich mit der N.-Seite hat, und der Thurm in Folge dessen an heiteren Tagen sich vorwiegend in nördlicher Richtung bewegen wird.

Berechnet man aus der bekannten Höhe und der gefundenen grössten Winkelbewegung der Achse des Thurmes die grosse Achse der

Ellipse, welche die Spitze desselben im Mittel an klaren Tagen beschreibt, so findet man 0.037 Zoll.

In Bezug auf den praktischen Zweck der Untersuchung, die Eigenschaft solcher Thürme zur Aufstellung astronomischer Instrumente, genügt es, ohne in weitere Details einzugehen, anzuführen, dass im vorliegenden Falle die Bewegung des Thurmes für die Aufstellung eines Meridian-Instrumentes zu gross und ungleichmässig befunden wurde, aber nicht gross genug, um einen ernstlichen Einfluss auf die Messungen zu üben, für welche ein Aequatorial-Instrument hauptsächlich verwendet wird. Die mittlere stündliche Aenderung war im Maximum 1.2", welcher Betrag während der wenigen Minuten der Dauer einer Beobachtung im Allgemeinen und mit Rücksicht auf andere Beobachtungsfehler als unbedeutend angesehen werden kann. The Engineer Nr. 821 vom 22. September 1871.

Staribacher.

Verhandlungen des Vereins.

Ueber die Leistungen der Feldeisenbahn-Abtheilungen im Kriege.

Vortrag, gehalten vom Herrn Ingenieur Jul. Schwarz am 13. Mai 1871.

Die Feldeisenbahn-Abtheilungen, eine Art militärische Ergänzungstruppe, deren hohe Bedeutung und Nützlichkeit für die neueste Kriegführung sich schon im nordamerikanischen Kriege erwiesen hat, bestehen zum Theil aus Eisenbahntechnikern, zum Theil aus Genie- oder Pionniertruppen, und haben bekanntlich die Aufgabe, beim Vormarsch einer Armee die zwischenliegenden Eisenbahnen zu recognosciren, Hemmnisse zu beseitigen, zerstörte Objecte wieder herzustellen, in den Stationen die zu militärischen Zwecken vorzunehmenden Aenderungen aller Art vorzunehmen, neue Geleise und Stationen anzulegen, und endlich den Betrieb dieser Strecken wieder einzuleiten. — Beim etwaigen Rückzuge aber fällt dieser Truppe die Aufgabe zu, vorräthiges Fahrmaterial zu entfernen oder unfahrbar zu machen, Geleise, Brücken und Wasserleitungen zu zerstören, und so dem Feinde die Vortheile einer beschleunigten Communication zu entziehen.

Wenn Sie mir nun gestatten wollen, über die Leistungen der Feldeisenbahn-Abtheilungen in den Kriegen der Neuzeit ein Bild zu entrollen, so glaube ich dies am Besten durch Anführung jener That-sachen und Momente zu erreichen, welche zerstreut in verschiedenen technischen Zeitschriften veröffentlicht wurden, und auch in diesem Kreise gewiss mit dem verdienten Interesse verfolgt werden. Ich will mir erlauben, im 1. Absatze meines Vortrages einen kurzen Auszug jener Schilderungen mitzutheilen, welche vom Freiherrn von Weber über die Leistungen des Feldeisenbahn-Corps zur Zeit des nordamerikanischen Krieges in der Zeitschrift des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltung (Jahrgang 1867) mitgetheilt worden sind, und im II. Abschnitte Episoden aus dem letzten deutsch-französischen Kriege folgen zu lassen.

I. Das Feldeisenbahn-Corps der Nordstaaten im amerikanischen Kriege.

Als vor vierzig Jahren die mit Locomotiven befahrene Eisenbahn als bedeutsames Werkzeug in das Kulturleben der Völker eintrat, waren bis in die neuere Zeit nur diejenigen Kräfte der grossen Erfindung zur Geltung und Benützung gekommen, durch welche sie die Segnungen des Friedens steigerte und förderte. — Als Werkzeug des Krieges war sie bis zum Jahre 1861 sozusagen nur mittelbar, und in der Entfernung vom eigentlichen Kampfplatze zur Vermittlung von Truppen und Kriegsmaterial-Transporten aufgetreten.

Die Truppentransporte durch Frankreich nach den Häfen hin zur Zeit des Krimkrieges, und die Transporte durch Oesterreich und Deutschland zu Zwecken des italienischen und des dänischen Krieges, so belehrend sie auch in Bezug auf Organisation und Führung von Eisenbahnbewegungen im Allgemeinen waren, geschahen doch sämtlich ausserhalb des feindlichen Operationsfeldes, und lieferten daher keine Erfahrungen über die Behandlung, Benützung und den Schutz dieser mächtigen, aber leicht momentan zerstörbaren Transportanstalten auf dem Kriegsschauplatze selbst.

Die neueste Zeit hat einen reichen Schatz von Erfahrungen in Bezug der Verwendung der Eisenbahnen zu den eigentlichen taktischen Operationen geliefert und gezeigt, wie in Zeiten der Gefahr das gesammte von den Ereignissen betroffene Eisenbahnnetz einem einzigen Willen strikte zu gehorsamen hat, wenn es in den Kampfplan mit allen seinen Kräften eintreten soll.

Eine Autorität nach dieser Richtung hin finden wir im Kriege Nordamerika's mit den Südstaaten in der Person des Generals Mac-Callum, welchen die Regierung zu Washington am 11. Febr. 1862 zum Military Director und Superintendent of railroads in the United States ernannte, mit der Vollmacht: sich in Besitz aller Eisenbahnen zu setzen, sie zu benützen, und alle Locomotive, Betriebsmittel und Ausrüstungsgegenstände nach Gutdünken zu verwenden, wie es zum Transport von Truppen, Waffen, Munition und Kriegsmaterial den Vereinigten Staaten nothwendig werden würde. Des Fernern wurden alle Locomotiv- und Wagenbau-Fabriken zur unbeschränkten Disposition des Generals gestellt, welcher auch nach und nach 140 neu erbaute Locomotive und 2570 Wagen aus ihnen durch Requisition bezog.

General Mac-Callum organisirte demzufolge eine energische, in seiner Hand concentrirte militärische Administration, eines der grössten Eisenbahnsysteme der Welt, dessen gewaltige Betriebskräfte über 419 Locomotive und 6330 Wagen verfügten. — Mac-Callum schuf das Institut der Feldeisenbahn-Abtheilungen, deren Dienste in jenem Kriege so bedeutungsvoll werden sollte.

Zusammengesetzt wurden sie aus besonders tüchtigen, energischen Eisenbahntechnikern aller Grade und Fächer, die von starken Colonnen erfahrenster und muthigster Eisenbahnarbeiter unterstützt, militärisch organisirt, den Bewegungen der Armee folgten und so eine durchaus neue Aufgabe zu erfüllen hatten.

Für sie galt es, je nach dem Vor- oder Zurückgehen des Heeres, dem sie zugetheilt wareñ, Eisenbahnen um jeden Preis und in möglichst kurzer Zeit wieder fahrbar zu machen, oder sie in einer der Wiederherstellung durch den Feind thunlichst erschwerten Weise zu zerstören, andertheils Betriebsmateriale nach den Bedarfstellen zu schaffen. — Oft kam es dabei vor, dass dasselbe Ingenieur-Corps, das heute retirirend Bahnen abbrach, morgen vorrückend, um jeden Preis den Schaden zu repariren hatte; es entwickelte sich daher im Laufe des Krieges ein vollständiges System von diesen entgegengesetzten Thätigkeiten.

Am vollsten entwickelte sich diese Thätigkeit des Wiederaufbaus und Wiederzerstörens in Nord-Virginien und Tennessee, wo die Kugel des Kriegsglücks sonderbar hin- und herrollte.

Im Sommer 1862 eröffnete General Mac-Callum die Linie nach dem obern Rapidan 80 engl. Meilen lang, durch welche die circa 80.000 Mann starke Potomac-Armee unter General Meade, welche den besten Kern der Streitkräfte des Nordens bildete, befördert werden sollte. Beim Rückzug des Generals Pope im August schon musste sie unter Zurücklassung von 7 Locomotiven und 295 Wagen abgebrochen werden. Die Manassas Gap, die London Hampshire, die Aquia Creek und die Fredericksburg-Eisenbahn wurden je 3mal zerstört und wieder gebaut, bis Grant den General Lee in Richmond einschloss und die Virginische Eisenbahn wieder sicher von den Angehörigen der Nordstaaten befahren werden konnte.

Die bedeutendste That des Feldeisenbahn-Corps hiebei war die Wiederherstellung des fast total von Lee zerstörten 625 Fuss langen, 25 Fuss hohen Rappahannock-Viaducts in 19 Arbeitsstunden eines einzigen Sommertages!

In Virginien, Maryland und Pensilvania allein wurden unter Mac-Callum's Leitung durch die Feld-Ingenieure 17 verschiedene Eisenbahnen mit 70 dahin gebrachten Locomotiven und 1723 Wagen seines Feldeisenbahnparkes betrieben.

Im December 1863 wurde beim Zurückweichen der Insurgenten auch das Netz der Eisenbahnen in den Südweststaaten unter Mac-Callum's Administration gestellt.

Er unternahm das grosse Wagstück, die mächtige, 75.000 Mann starke Armee Sherman's bei Chattanooga, durch welche den Confederirten der Uebergang über die Alleghanies, und somit die Ausbeute von Kentucky und Tennessee gewährt wurde, mitten durch weite von energischen und todesmuthigen Feinden bewohnte Länderstrecken hin-

durch mittelst seiner Eisenbahnen zu ergänzen, zu verproviantiren und ihren immensen Sanitätsdienst zu besorgen. Er beschäftigte hiebei 200 Locomotive und 3000 Wagen.

Vor allen den Eisenbahnen gefährlich und ihren Dienst auf das äusserste gefährdend, zeigten sich die Streifzüge der tollkühnen Guerilla-Banden und der Reiterschaaen General Forest's in Tennessee und Georgia, hauptsächlich zwischen Chatanooga, Hantsville und Vicksburg. Alle Listen der Welt ersannen diese Horden, um Züge entgleisen oder mit durchsägten Brücken zusammenstürzend zu machen.

Um diese Zeit war Mac-Callum's Feldeisenbahn-Corps auf die Stärke von 5000 Mann gestiegen, während unter den ebenfalls unter seinen Befehlen stehenden Transport-Departements des Mississippi 12.000 Mann beschäftigt waren.

Eine weitere enorme Leistung des ersteren Corps war die Wiederherstellung der zerstörten Chatanooga-Brücke von 780 Fuss Länge und 92 Fuss Höhe in 4 und einem halben Tage!

Im October 1864 umging General Hood Shermann's Armee, und beeilte sich, in dessen Rücken die Eisenbahnen in einer solchen Ausdehnung zu zerstören, dass 35½ engl. Meilen Bahn vom Oberbau gänzlich entblösst und 455 Currentfuss Brückenwerke total zertrümmert waren. Dreizehn Tage, nachdem Hood's Armee die Provinz verlassen hatte, konnten, Dank des Feldeisenbahn-Corps, die Züge wieder verkehren, 25 engl. Meilen Oberbau wurden gelegt und 230 Fuss Brücken zwischen Tunnel Hill und Rosalia gebaut in 7 und 7½ Tagen. Diese ungeheuere Arbeit liess General Mac-Callum von beiden Seiten und von der Mitte der zerstörten Strecke her betreiben. An letzter Stelle wurden die Materialien von Cleveland zugeführt, das indess erst durch eine 1½ Meilen lange Zweigbahn mit der Hauptlinie in Verbindung gesetzt werden musste.

Mac-Callum's Eisenbahn-Corps betrieb in den Jahren 1864 und 1865 über 1200 engl. Meilen Eisenbahn in Feindesland unter so schwierigen Verhältnissen, so kostspieliger Beschaffung von Arbeitskräften und Subsistenzmitteln, und bei Bewältigung so grosser Verkehrsmassen, dass dieser Betrieb einen Aufwand von 13 Millionen Dollars erforderte.

Während dieser Zeit wurden unter den Wechselfällen des gigantischen Kampfes über 10 laufende Meilen Brückenlänge zerstört und wieder gebaut, und 433 Meilen Geleislänge theils für Kriegszwecke neu ausgeführt, theils nach Demolirungen wieder hergestellt. Von den 6330 zum eigentlichen Kriegszwecke verwendeten Wagen wurden 1043 theils im wirklichen Kampfe, theils durch Ausgleisungen und Brände total zerstört, nur 510 wurden nach dem Kriege von ihren früheren Eigenthümern als noch brauchbar zurückgenommen, die übrigen alle tief unter dem Beschaffungspreise verwerthet.

Unter den 419 Locomotiven fand der frühere Eigenthümer nur 103 als zurücknehmenswerth, 6 wurden gänzlich verloren, 310 wohlfeil verkauft.

Als eine Episode aus dem Kriegsjahre 1864 mag noch Folgendes hervorgehoben werden:

In diesem Jahre galt es, zunächst die Tennessee-Armee von circa 100.000 Mann und 60.000 Zugthieren und zugehörigem Geschütz und Materiale auf eine Distanz von über 200 engl. Meilen in Feindesland vorzuschieben, dann fortwährend Schritt mit ihrem Marsch zu halten und sie mittelst einer einzigen, nicht vom Feinde ganz bestrichenen Linie, die überdies trotz aller Wachsamkeit über 20mal an verschiedenen Stellen zerstört wurde, auf eine Distanz von 360 Meilen zu verproviantiren und ihren Sanitätsdienst zu besorgen. — Welchen Umfang diese Transporte bisweilen erhielten, darauf mag ein Schluss aus den Zahlen gezogen werden, welche die Massen von Ausrüstungsgegenständen ausdrücken, die in einem Jahre von Mitte 1863 bis Mitte 1864 der Gesamt-Armee zugeführt wurden. Sie bestanden in 1577 Belagerungs- und Feldgeschützen mit ihrem Munitionspark, 1,082.840 Gewehren, 282.389 Carabinern für die Reiterei, 1,295.600 Kanonenkugeln und Explosionsgeschossen, 48 Millionen Pfund kleinen Kugeln, 1,435.000 Artillerie-Patronen, 259 Millionen Infanterie- und Cavallerie-Patronen, 347 Millionen Zündhütchen, 6 Millionen Pfund Schiesspulver, 34.670 Stück Pferdgeschirre u. dgl. m.

Ueber die Strecke Chatanooga und Knoxville allein sind ferner nach und nach 80.000 Verwundete und ihr Ersatz befördert worden. Und dieses alles unter der Sonnenglut der Breite von Cairo,

und einer Insectenplage ohne Gleichen, welche die Soldaten höher als alle andern Beschwerden des Krieges anschlügen, an deren Qual unzählige Verwundete in entsetzlicher Weise erlagen.

Die Schwierigkeiten steigerten sich noch, als Shermann von Hood umgangen und die zeitweilig unterbrochene Verbindung immer fast unter den Kugeln des Feindes wieder hergestellt werden musste.

Der Dienst im Feldeisenbahn-Corps wurde dadurch so gefährlich, so weit das Mass aller menschlichen Anstrengungen überspannend, dass trotz Mac-Callum's musterhafter Dienstesorganisation, Ueberwachung und Disciplin mehrmals die strengsten militärischen Massnahmen getroffen werden mussten, um ein plötzliches Nachlassen aller Thätigkeit zu verhindern.

Als Massstab für die Gefahren, mit denen dieser Eisenbahnbetrieb verknüpft war, mag die Thatsache dienen, dass auf den Linien tagtäglich sogenannte Trümmerzüge (Wraktrains) circuliren mussten, um zerstücktes Materiale zu beseitigen, und dass dieselben in den sechs Monaten vom Januar bis Juni 1865 allein 16 zerstörte Locomotive und 294 Wagenladungen Brücken- und Wagentrümmern nach Northville beförderten, die Transporte von unbrauchbar gewordenem Oberbaumaterialie ungerechnet.

Mac-Callum und seinem Corps wurden von den commandirenden Generalen einstimmig das Zeugniß gegeben: „Es sei vom Feldeisenbahn-Corps Alles an Umsicht, Muth, Energie, Wachsamkeit und Tüchtigkeit der Organisation und Disciplin geleistet worden, was Menschen überhaupt leisten können.“

Durch die während fast 3 Jahren fortgesetzten Zerstörungen von Geleisen auf circa 2000 engl. Meilen Bahnlänge in den Südpvinsen, die hauptsächlich das Kriegstheater waren, hatte sich eine ungeheuere Menge von verbogenen, nicht mehr verwendbaren Schienen und Eisenbahnmateriale aller Art, worunter auch eine Masse Theile von Kriegsobjecten, angehäuft. — Die Zufuhren von Oberbauegegenständen aus dem Norden aber wurde durch den Umstand sehr erschwert, dass das dem Kriegsschauplatz nächstgelegene Walzwerk sich immer noch in einer Entfernung von 500 Meilen von demselben befand, und dass die Bahnen, die diese Zufuhr zu vermitteln hatten, zum grossen Theile mitten durch den Kampfplatz hinführten. Unter diesen Umständen beschloss die Regierung am 17. Februar 1864, ein in Folge des Krieges zum Stillstehen gekommenes Walzwerk zu Chatanooga, welches mitten auf dem Kriegsschauplatze gelegen war, zu reactiviren, und Mac-Callum erhielt den Auftrag, diese schwierige Aufgabe zu lösen. Mit einem Aufwande von 200.000 Dollars wurde eine Lösung vollführt, und 4 Wochen darauf mit den Walzen begonnen. Das Werk lieferte während der 6 Monate, nach deren Verlauf die Wendung der Kriegsbewegungen dasselbe wieder entbehrlich machte, 76.360 Zentner Schienen, und wurde für 175.000 Dollars wieder verkauft, so dass die Fabrik, welche diese ansehnliche Schienenmasse producirt hatte, den Nordstaaten nur auf 25.000 Dollars zu stehen kam. — Ausser diesen selbstgewalzten Schienen kaufte die Regierung noch 434.860 Zentner Schienen für Kriegszwecke an, deren Preis während des Krieges von 2½ Thaler pro Zentner auf 8½ Thaler stieg.

(Schluss im nächsten Hefte.)

Torf-Ausbeutung

nach dem vom Grafen Eduard v. Diesbach neuerfundenen Systeme. Vortrag, gehalten in der Vereinsversammlung am 22. April 1871 vom Freiherrn von Lamezan.

Wie ich erfahren habe, wurden an dieser Stelle schon wiederholt Vorträge über Torf gehalten, und gewiss waren diese Vorträge fachmännisch und wissenschaftlicher Natur.

Ich werde mir erlauben, den Gegenstand heute vom praktischen Standpunkte aus zu beleuchten, und Ihnen eine neue Erfindung vorzuführen, die es ermöglicht, das, was die Wissenschaft aus diesem Gebiete so reichlich vorgearbeitet, in grossem Massstabe praktisch anzuwenden.

Woher kommt es denn, dass trotz des ungeheuren sich täglich steigenden Bedürfnisses an Brennstoff bei uns fast ausschliesslich nur Holz und fossile Kohlen zur Anwendung gelangen, während hartnäckige,

tiefgewurzelte Vorurtheile den Gebrauch der jüngsten Kohlengebilde — der Torfe — noch immer ungebührlich beschränken?

Es kommt — meiner Ansicht nach — nur daher, weil wir bis jetzt nicht im Stande waren, guten Torf in grossen Quantitäten und mit geringen Kosten zu produciren.

Bezüglich des Brennwerthes stehen bessere Torfsorten den anderen Brennstoffen wirklich ebenbürtig gegenüber, und ich berufe mich hier auf die Autorität eines Praktikers, des Herrn Prof. Vogel in München, der nach genauer Detailirung aller einschlägigen Umstände und nach minutiöser Berechnung der Gewinnungskosten nach dem bisher bekannten Verfahren zu dem Resultate kommt, „dass der Torf bei guter Bearbeitung und Trocknung in den meisten Fällen die Konkurrenz mit allen übrigen Heizmaterialien, namentlich mit allen Steinkohlen selbst dann noch zu ertragen vermag, wenn seine Productionskosten das Doppelte der bisherigen Angaben erreichen.“

Oesterreich besitzt in dem weiten Umfange seiner Länder viele und grosse Torflager, die jedoch nur zum Theil, am seltensten aber auf eine rationelle Weise ausgebeutet werden. Um nur die grösseren der bekannten Torflager zu erwähnen, finden wir in

Nieder-Oesterreich

im Bezirk Ebreichsdorf . .	50 Joch	
„ „ „ „ „ „ „ „ „ „	10 „	
„ „ „ „ „ „ „ „ „ „	100 „	
„ V. O. M. B.	2321 „	
in Mittersbach	11 „	zusammen über 3000 Joch.

Ober-Oesterreich

sind im Betriebe	200 Joch	
in der Gemeinde Edlbach . .	20 „	
im Bezirk Weissenbach . .	209 „	zusammen 429 „

Salzburg

besitzt 54 Torflager mit über	5000 Joch	
in Ebenau	40 „	zusammen 5040 „
oder 16 Millionen Cubikklafter Torf.		

Tirol und Vorarlberg . . . 2000 „

Steiermark

am Nassköhr bei Neuburg . .	60 Joch	
bei Aussee	290 „	
die Scheibnawies	16 „	zusammen 366 „

Kärnten

das Radweger und Otterbauer		
„ Moor	116 Joch	
am Ossiacher See	150 „	
ferner noch	300 „	
Himmelberg	200 „	
Nothburgahütte	125 „	zusammen 991 „

Krain

Laibacher Morast	25.750 Joch	
Ribnica und Sokluka	300 „	zusammen 26.050 „

Böhmen

Krumau	1929 Joch	
Rosenberger Moor	160 „	
Kapltitzer-Moor	20 „	
Gratzner „	500 „	
Wittingauer-Moor	3000 „	
Radostin	150 „	
Heinrichsgrün	362 „	zusammen 6121 „

Mähren und Schlesien

Moosebruch	450 Joch	
Fichtling	230 „	zusammen 680 „

Galizien und Bukowina

Lemberg 17 Gemeinden mit	240 Joch	
im Kolomeaer Kreis	117 „	zusammen 357 „
		zusammen 45.034 Joch.

Dann finden wir in dem torfreichen

Ungarn

im obersten Arvathale	8	Quadratmeilen
der Hanság	6 1/2	„
in Stuhlweissenburg	2	„
„ Keszthely	1	„
„ Kéthely	2	„
bei Füzses Gyarmath	30	„
der Ecseaeer Sumpf	4	„
Hoszu-rét	1	„
Zusammen	54 1/2	Quadratmeilen.

Ferner in d. Gemeinde Balaton-Magyarod über	2000 Joch	
in Pusztasári	1700 „	
bei Szt. Gróth-Meszöváros	4000 „	
am Sár-viz-Canal	120 „	= 8000 Joch.

Im Ganzen hat die Commission zur Erforschung der Torfmoore Oesterreich's bisher festgestellt, dass wir diesseits der Leitha circa 50.000 Joch mit etwa 160 Millionen Cubikklafter Torf haben. Es ist jedoch bestimmt anzunehmen, dass diese Ziffer noch viel höher gegriffen werden kann, da unsere Torflager erst theilweise erforscht sind.

Nach einer älteren Schätzung des Herrn Dr. Orel aus dem Jahre 1847 enthält der Laibacher Morast nicht weniger als 25.750 Joch Torflager, welche — die Mächtigkeit durchschnittlich nur zu 4 Fuss angenommen — 329 Millionen Zentner trockenen Torfes liefern. Doctor Orel berechnet den jährlichen Consum der Stadt Laibach, ferner für die Zuckerraffinerie, Spinnfabrik, die Ziegelbrennereien und die Eisenbahn auf 500.000 Zentner; mithin könnte dieser Vorrath 659 Jahre dauern, und der abgebaute Grund erst noch der Cultur zugeführt werden. — Es ist aber merkwürdig, dass die allgemeine Anwendung dieses Brennstoffes auf so viele Hindernisse stösst, und dass namentlich die Südbahn, welche das Moor durchschneidet, den so naheliegenden Torf nicht anwendet, während doch die allgemeine Verwendung des Torfes auf den hiesigen Bahnen zeigt, dass ein quantitativ ganz gleicher Brennstoff mit Vortheil beim Betrieb von Eisenbahnen benützt werden kann.

Unsere Torflager erreichen eine Mächtigkeit bis zu 37 Fuss. — Ein Wiener Joch — 15 Fuss mächtig — liefert 80.000 Zentner Torf, gleich 6000 Klafter Fichtenholz.

Annähernd berechnet, haben wir in Oesterreich-Ungarn 200 Millionen Cubikklafter Torf, was einen Werth von circa 2000 Millionen Gulden repräsentirt.

Diese Ziffern zeigen, welche wirklichen Werthe die unproductiven Moorgründe einschliessen, wenn man dieselben zu heben versteht, und es ist gewiss eine ernste und würdige Aufgabe, die öffentliche Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand zu lenken und zu einer rationellen Ausbeute der grösseren Torflager zu ermuntern.

Der Torf wird jedenfalls der Hauptbrennstoff der Zukunft werden; nur war das bisher beobachtete Verfahren seiner Ausbeutung geradezu barbarisch.

Die in den letzten Jahren erzielten Fortschritte auf dem Gebiete der Torf-Industrie haben sich beinahe ausschliesslich auf die Behandlung des bereits ausgehobenen Stoffes beschränkt. — Das Zutagefördern des Torfes selbst hat keine Fortschritte gemacht, da man dasselbe noch immer mit der Hand und Zuhilfenahme von Spaten oder ähnlicher Werkzeuge bewerkstelligt. Dennoch hätte die Wichtigkeit der kostspieligen Handarbeit, welche dieses Verfahren erheischt — besonders im Vergleiche zu dem sehr geringen Werthe des Productes — schon längst die Aufmerksamkeit hierauf lenken sollen.

Diese bedeutende Lücke in der Torf-Industrie ist heute ausgefüllt durch die Erfindung, von der ich sogleich sprechen werde.

Vor Allem habe ich die Frage zu beantworten: Wie können Torflager am rationellsten, am billigsten und am schnellsten ausgebeutet werden?

Es gibt kein Torflager ohne sichtbares oder verstecktes fliessendes Wasser, denn der Torf bildet sich und vegetirt nur im Wasser. Aber dieses Wasser, von so grosser Wichtigkeit für die Formation des Torfes, ist gleichzeitig ein grosses Hinderniss seiner Ausbeutung, und wo man konnte, begann man daher — oft mit grossen Kosten, — sich desselben durch Canäle u. dgl. zu entledigen, ehe man zur Ausbeute schritt, welche dann in der bisher bekannten primitiven Weise durchgeführt wurde.

Der nach dieser Methode gewonnene Brennstoff ist leicht, bröckelig, verbrennt sehr schnell und macht keine Kohle oder Glut, ausserdem ist er sehr hygrometrisch und vergrössert oder verkleinert sein Volumen je nach der Atmosphäre, da alle Fasern, aus denen die Pflanzen bestanden — weil nur getrocknet, nicht aber gebrochen und zermalmt — eben so viele Röhren bilden, welche die Feuchtigkeit der Luft anziehen oder abstossen.

Es ist ein grosser Fehler, den Torflagern das Wasser zu entziehen: der Torf vegetirt nicht mehr und verliert seinen Kohlenstoff durch Hinzutritt der Luft oder des Frostes.

Dies über sogenannten gewöhnlichen oder ordinären Torf.

Später kam man zur Einsicht, man dürfe dem Torf das Wasser nicht entziehen, müsse senkrecht und so tief als möglich ausbeuten, um die verschiedenen Lager und Qualitäten zu erhalten, den ausgehobenen Stoff in kleinen Kähnen mit Wasser vermischen und mit den Füssen kneten und dann diese mehr oder weniger dichte und durch das Kneten erweichte Masse den Werkstätten zuführen, wo sie der weiteren Manipulation des Formens und Trocknens unterzogen wird.

Diese Methode wird in Frankreich und in Holland angewendet, und dieser erweichte und verdichtete — condensirte — Torf ist bei weitem besser als der ordinäre.

Auf Grundlage dieses Princips schritt man weiter. — Der ausgehobene Stoff wird nun durch mit Dampf getriebenen Erweichungs-Apparaten zugeführt, welche ein viel vollkommeneres und gleichförmigeres Resultat erzielen, als es durch das Kneten mit den Füssen erreicht werden kann.

Da nun alle Fasern im Torfe zerstört, zermalmt und erweicht sind, so erhält man ein Product, welches die Härte des Marmors erlangt, durch die Trocknung sein ursprüngliches Volumen 8fach vermindert und einen hochflammenden Brennstoff mit lange glühender Kohle liefert, welcher überdies nur halb so viel Raum einnimmt als der ordinäre Torf bei gleichem Gewichte.

Dieser Torf widerlegt alle Vorwürfe, die man bisher gegen diesen Brennstoff geltend machte, denn er ist nicht voluminös, nicht bröckelig, hinterlässt wenig Asche, verbrennt mit wenig Rauch und gar keinem üblen Geruch.

So verschieden die Arten der Aushebung und der Erweichung des Torfes sind, ebenso verschieden sind alle weiteren Manipulationen, als: Formen, Trocknen u. s. w. Diese, welche durch Weiber oder Kinder besorgt werden können, übergehe ich.

Die beiden wichtigsten Operationen, die Aushebung und die Erweichung des Torfes, erfordern entweder sehr kräftige Männer

oder kostspielige Apparate und sind beschwerlich und ungesund, wenn sie nicht durch Maschinen geschehen. — Männer allein sind ungenügend und kostspielig; Maschinen? — wie sie festsetzen und mit ihnen Platz wechseln auf einem so schwankenden Boden, wo Alles versinkt? In dieser Richtung wurde Alles versucht, aber stets ohne Erfolg. Die Dampfmaschinen haben keine solide Basis, die Riemen und Transmissionen dehnen sich aus, wodurch zwei Drittel der Kraft verloren gehen.

Dem Grafen Eduard von Diesbach, zu Freiburg in der Schweiz, ist es gelungen, nach jahrelangem Forschen und zahllosen kostspieligen Versuchen, dies wichtige Problem zu lösen. Er stellt den Satz auf: „Man gehe dem Stoffe entgegen, statt ihn an sich kommen zu lassen.“ Man setze sich auf einem Schiffe fest, auf welchem ausser der Dampfmaschine die Aushebungs-Instrumente, die Erweicher und die Pumpen zur Hebung des erweichten Torfes in die Reservoirs untergebracht werden.

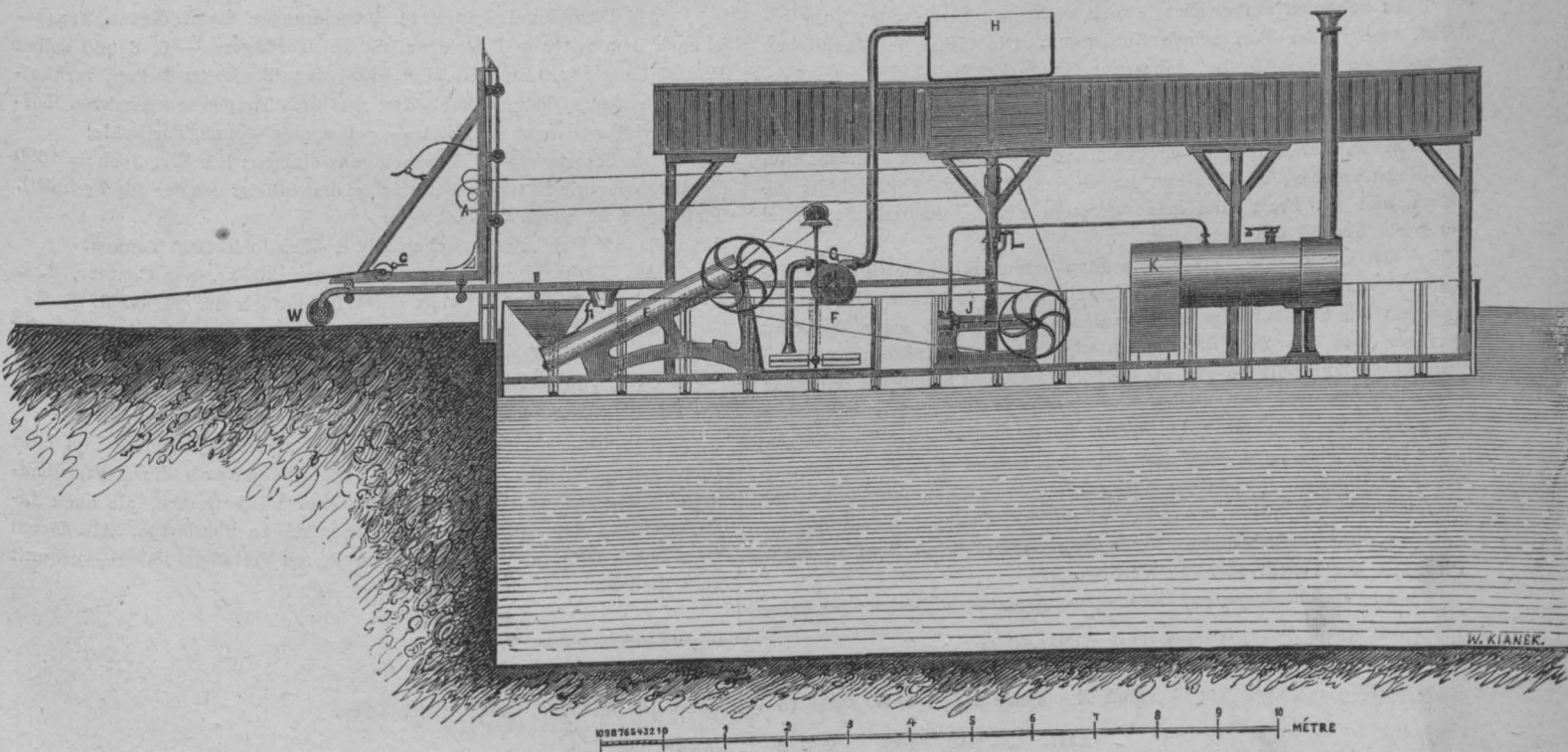
Hier zeigte sich aber eine sehr bedeutende Schwierigkeit, vor welcher viele Ingenieure zurückgewichen, an welcher viele gescheitert sind.

Wie ist es anzustellen, dass ein Hebungs-Spaten, d. i. eine Art senkrechten Erdräumers von Eisen, 21 Fuss hoch mit einem inneren leeren Raum von 18 Zoll im Quadrat — wie ist es anzustellen, dass ein solcher Erdräumer, am Vordertheil eines Schiffes befindlich, das Torflager bis auf seinen Grund durchbohren und dann wieder aufsteigen könne, beladen mit einer Säule Torfes, gleich seinem inneren leeren Raume, ohne dass das Schiff einem die ganze Arbeit verhinderndem Stampfen und Schlingern unterworfen wäre?

Graf Diesbach hat diese Schwierigkeit nach zahllosen Versuchen schliesslich auf die allereinfachste Weise beseitigt. Sein Schiff, aus Eisenblech, 15 Meter lang, 3 einen halben Meter breit — widersteht der doppelten Anstrengung des Erdräumers und der in die Apparate stürzenden Torfmassen, welche da sofort dem Erweichungs- und Vermischungs-Processen zugeführt werden.

Es musste vor Allem ein Mittel gefunden werden, um dem Stampfen und Schwanken, welchem die Torfausbeutungsschiffe während ihrer Action unterworfen sind, zu begegnen, indem man den Schiffen die nöthige Stabilität während der Bewegung des Erdräumers gab, ohne ihnen jedoch die Beweglichkeit zum Vorrücken oder Wechseln des Platzes — nach Maassgabe der Arbeit — zu benehmen.

Um diesen Zweck zu erreichen, machte er das Schiff sozusagen solidarisch mit dem festen Boden des Torfmoores während der Arbeit des Erdräumers, indem er ihm einen Stützpunkt auf der Oberfläche gab.



Umstehende Skizze zeigt die Ansicht des Längenschnittes eines Torfausbeutungsschiffes, versehen mit den Vorrichtungen, um Stützpunkt auf der festen Oberfläche des Torfmoores nehmen zu können und ihm so die nöthige Stabilität zu geben, damit der Erdräumer regelmässig vermittelst einer Dampfmaschine functioniren könne. Diese auf dem Schiffe untergebrachte Dampfmaschine treibt gleichzeitig ein Ganzes von Torf-Manipulationsmaschinen, als: Erweichen, Mischen u. dgl., welchen man nöthigenfalls noch Formen, Trocknen u. a. begeben könnte.

Das Schiff, welches jede beliebige Form oder Dimension haben kann, ist vorn auf beiden seiner Längenseiten mit einer Langschwelle *B* versehen; durch das Ende, welches dieselben an die im Schiffe befestigten Pfeiler bindet, können beide Langschwellen sich frei um den Zapfen drehen und mittelst einer Schraube gehoben und niedergelassen werden, während am äusseren Ende beide Langschwellen durch eine bewegliche Walze *W* unter sich verbunden sind. Diese Walze kann auf die feste Oberfläche des Torfmoores niedergelassen werden, wenn das Schiff — wie es die Zeichnung darstellt — an den Rand des Moores gestellt ist. Beide Langschwellen dienen gleichzeitig als Geleise, auf welchem ein Gestell vermittelst Rollen vorrücken oder zurückgehen kann. Die Pfeiler dieses Gestelles dienen als Rahmen dem Hebungs-Spaten *A*, welcher senkrecht functionirt, und dessen niedergehende und aufsteigende Bewegung durch die auf dem Schiffe befindliche Dampfmaschine bestimmt wird. Derselbe ist an seinem unteren Ende mit zwei Ventils versehen, welche sich beim Niedergehen öffnen, beim Aufsteigen aber schliessen und die ganze abgeschnittene und emporzuhebende Masse tragen. Die Functionirung des Erdräumers ist dergestalt eingerichtet, dass er bei seiner aufsteigenden Bewegung jenen Stoff, welchen er bei seiner niedergehenden Bewegung von dem Grunde des Torfmoores abgetrennt hat, in einen Trichter *D* ausschüttet. Dieser Trichter *D* lässt den Torf in einen Erweicher *E* rinnen, der ihn dem Mischer *F* zuführt, von wo er mittelst einer Pumpe *G* in das Reservoir *H* geleitet wird. — Von hier aus gelangt dann die Torfmasse auf den Platz, wo sie geformt und getrocknet wird, eine Manipulation, die durch Weiber oder Kinder besorgt werden kann.

Zum Betriebe eines solchen Torfausbeutungs-Schiffes genügen 3 — im Nothfalle auch nur 2 — Mann und zwei Weiber oder Kinder. Man kann damit in 100 Tagen 5000 Tonnen (1 Tonne = 2000 Pfd.) verkäuflichen Torfes herstellen.

Unter einer leichten Decke von Heu, Stroh, besonders aber von Rohr oder Schilf, überwintert dieser Torf im Freien und gewinnt an Qualität in dem Maasse, dass — der Carbonisation unterzogen — die Stücke ganz bleiben.

In Schuppen aufbewahrt, jedoch nicht mit Stroh oder Rohr bedeckt, verliert der Torf seinen Kohlenstoff. Die bisher gebräuchlichen kostspieligen Schuppen sind daher nur für in Städten befindliche Verkaufs-Depôts nöthig, nicht aber auf dem Torfgrund selbst, wo die grossen Vorräthe lagern.

Wenn der Torf zum Trocknen ausgebreitet liegt, schadet ihm der Regen nichts, er vermehrt im Gegentheil seine Dichtigkeit; die Sonne und der Frost sind seine grössten Feinde, während der Wind der beste Freund des Torfes ist.

Der condensirte Torf ist ein ganz besonders gashaltiger Brennstoff, eignet sich vorzüglich zur Kesselheizung und kann die Concurrenz mit der Steinkohle ganz gut aufnehmen, obgleich seine Heizkraft geringer und die Zeit der Ausbeutung eine beschränkte ist. Dieser Torf kostet nur halb so viel als die Steinkohle, ist ungeheuer pyrophor, verursacht beinahe gar keinen Rauch, erzeugt keinen Hammerschlag, klebt nicht an und beschädigt weder die Roste noch die Feuerungen, seine lange Flamme erzeugt viel schneller Dampf als die Steinkohle. Dies bestätigt ein Bericht des Admirals du Geydon, datirt von Brest, nach angestellten Versuchen mit Torf auf französischen Fregatten, wonach es wünschenswerth sei, diesen Brennstoff stets an Bord zu haben für Fälle der Flucht oder der Verfolgung.

Die verschiedenen auf Locomotiven gemachten Erfahrungen haben

bewiesen, dass der condensirte Torf die werthvolle Eigenschaft besitze, — je nach Wunsch — mit ungeheurer Rapidität brennen zu können, wodurch man viel schneller Dampf erhielt als mit der gewöhnlichen Kohle, und dass es viel leichter war, einen gleichen und constanten Druck des Dampfes zu erhalten. Man erhält in 45 Minuten eine Dampfspannung von 90 Pfund; es ist demnach überflüssig, früher als $\frac{3}{4}$ Stunden vor Abgang der Züge Feuer zu machen.

Es ist nicht nöthig, das Torffeuer aufzurütteln, wie das gewöhnliche Kohlenfeuer. Die rüttelnde Bewegung der Locomotive genügt, um die Asche in den Aschenbehälter fallen zu lassen.

Auf Dampfschiffen oder bei feststehenden Maschinen genügt ein Ruck mit der Schaufel, um diesen Zweck zu erreichen.

Seine Asche ist endlich ein werthvoller Dünger für Agricultur und Gartenbau wegen ihres Ammoniakgehaltes und ihrer Eigenschaft, die Feuchtigkeit an den Wurzeln zu erhalten; sie ist derart hygroscopisch, dass sie — im Kamine eines Schlafzimmers zurückgelassen — das Wasser aus den Wasserkannen an sich zieht und — so getränkt — einen sehr unangenehmen Ammoniakgeruch verbreitet.

Carbonisirt man diesen Torf, so erhält man eine Kohle, welche besser als die Holzkohle, und — weil schwefelfrei — ganz besonders geeignet ist für die Eisenindustrie, vor Allem bei denjenigen Methoden, bei welchen das Eisen in directe Berührung mit dem Feuerungs-Material zu kommen hat.

Diese Torfkohle ersetzt im häuslichen Gebrauche und in der kleinen Industrie die Holzkohle, brennt von selbst ohne Blasebalg und verbreitet gar keinen Geruch.

Dem Holze gegenüber, dessen Heizkraft der Torf gleichkommt, hat dieser den Vorzug, dass die Verkleinerungskosten wegfallen und das Holz geschont und zu edleren Zwecken verwendet werden kann.

Bekanntlich taugt der Torf aber nicht blos im natürlichen und verkohlten Zustande zum Verbrennen, er liefert auch, der trockenen Destillation unterworfen, eine Reihe werthvoller Producte, wie: das hellleuchtende Photogen, das Gas- oder Schmieröl, das Paraffin, überdies Asphalt, Creosot und andere Nebenproducte, und kann selbst zur Darstellung von Leuchtgas mittelbar verwendet werden. Auch lässt sich nicht behaupten, dass hiermit alle Arten seiner Verwendung bereits erschöpft sind. Wissenschaft und Industrie haben hier noch ein reiches Gebiet auszubeuten.

Die Ausbeutung der Torflager verursacht nicht die Kosten der oft vergelichenen Nachforschungen und der Zutageförderung der fossilen Kohle. Man sieht das Torflager, man kann es sondiren, seine Wichtigkeit erkennen, seinen cubischen Inhalt, sowie dessen Ertragniss genau berechnen.

Als Durchschnittsziffer zu Berechnungen kann dienen, dass — je nach dem Alter und der Qualität des Torflagers — 6, 8 und selbst 12 Cubikmeter erforderlich sind, um eine Tonne trockenen, verkäuflichen Productes herzustellen. Zwei bis drei Tonnen condensirten Torfes — wieder je nach Qualität — geben eine Tonne Torfkohle.

Die Berechnung ist demnach ganz einfach: Ein Wr. Joch = 1600 □ Klfr. oder rund 6400 Quadratmeter, multiplicirt mit der durchschnittl. Tiefe von 5 M. = 32000 Cubikmeter,

1 Tonne = 8 Cubikmeter, daher gibt 1 Wr. Joch 4000 Tonnen.

Als Verkaufspreis angenommen nur 30 kr. per Centner, d. i. 6 Gulden per Tonne: so liefert ein Wiener Joch um 24.000 fl. Torf.

In Bern, in der Schweiz, wird die Tonne condensirten Torfes mit 33 Francs bezahlt; also mehr als das Doppelte meiner Annahme.

Eine Tonne Torfkohle wurde vor Ausbruch des Krieges in Paris mit 140 Francs bezahlt.

Die besprochene Erfindung ist in mehreren Ländern und jetzt auch hier privilegiert und gedenkt Graf Diesbach die Torfausbeutung in diesem Sinne sowohl selbst weiter zu betreiben, als auch Licenzen hiezu den betreffenden Interessenten zu überlassen. Als dessen Bevollmächtigter bin ich jederzeit bereit, auf Verlangen nähere Auskunft zu ertheilen.

Berichtigungen.

Heft X, Seite 211, rechts, Zeile 15 von unten ist das Wort „um“ wegzulassen.

„ XII „ 243, links, „ 9 „ oben lies $\frac{\pi D^2}{4}$

„ XII „ 245, rechts, „ 13 „ unten lies 182 Fuß.

„ XII „ 250, „ „ 38 „ oben lies Ladendeckel statt Lagerdeckel.